

SÉRIE A, N° 1113

N° D'ORDRE :

1963

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Étienne PATTE

1^{re} THÈSE. — ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS L'EST DU TONKIN.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 7-NOV-1927 devant la Commission d'Examen.

MM. HAUG,

Président.

HÉROUARD,

COMBES,

} *Examineurs.*

1927

SÉRIE A, N° 1113

N° D'ORDRE :

1963

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Étienne PATTE

1^{re} THÈSE. — ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS L'EST DU TONKIN.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 7-NOV 1927 devant la Commission d'Examen.

MM. HAUG,

Président.

HÉROUARD,

COMBES,

} *Examineurs,*

1927

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du globe.

Doyens honoraires P. APPELL, M. MOLLIARD.

Professeurs honoraires...

P. PUISEUX.
V. BOUSSINESQ.
A. JOANNIS.
H. LE CHATELIER.
H. LEBESGUE.
A. FERNBACH.
A. LEDUC.
G. SAGNAC.

Professeurs

ÉMILE PICARD Analyse supérieure et algèbre supérieure.
G. KOENIGS Mécanique physique et expérimentale.
E. GOURSAT Calcul différentiel et calcul intégral.
P. JANET Electrotechnique générale.
F. WALLERANT Minéralogie.
H. ANDOYER Astronomie.
P. PAINLEVÉ Mécanique analytique et mécanique céleste
E. HAUG Géologie.
Gabriel BERTRAND Chimie biologique.
M^{me} P. CURIE Physique générale et radioactivité.
M. CAULLERY Zoologie (Evolution des êtres organisés).
C. CHABRIÉ Chimie appliquée.
G. URBAIN Chimie minérale.
Émile BOREL Calcul des probabilités et Physiq. mathém.
L. MARCHIS Aviation.
Jean PERRIN Chimie physique.
Rémy PERRIER Zoologie (Enseignement P. C. N.).
H. ABRAHAM Physique.
M. MOLLIARD Physiologie végétale.
E. CARTAN Géométrie supérieure.
L. LAPICQUE Physiologie générale.
E. VESSIOT Théorie des groupes et calcul des variations
A. COTTON Physique générale.
J. DRACH Application de l'analyse à la géométrie.
Charles FABRY Physique.
Charles PÉREZ Zoologie.
Léon BERTRAND Géologie appliquée et géologie régionale.
R. LESPIEAU Théories chimiques.
E. RABAUD Biologie expérimentale.
P. PORTIER Physiologie comparée.
E. BLAISE Chimie organique.
P.-A. DANGEARD Botanique.
P. MONTEL Mécanique rationnelle.
P. WINTREBERT Anatomie et histologie comparées
O. DUBOSCQ Biologie maritime.
G. JULIA Mathématiques générales.
A. JOB Chimie générale.
A. MAILHE Etude des combustibles.
L. LUTAUD Géographie physique.
Eugène BLOCH Physique théorique et physique céleste.



E. HÉROUARD Zoologie.
E. PÉCHARD Chimie (Enseigt P.C.N.).
V. AUGER Chimie analytique.
M. CUICHARD Chimie minérale.
A. GUILLET Physique.
G. MAUGUIN Minéralogie.
L. BLARINGHEM Botanique.
H. MICHEL-LÉVY Pétrographie.
A. DEREIMS Géologie
R. DONGIER Physique du globe.
A. DENJOY Calcul différentiel et intégral.
H. BÉNARD Physique (P.C.N.),

E. DARMOIS Physique.
G. BRUHAT Physique.
H. MOUTON Chimie physique.
L. JOLEAUD Paléontologie.
M. JAVILLIER Chimie biologique.
A. DUFOUR Physique (P.C.N.).
F. PICARD Zoologie (Evolution des êtres organisés).
ROBERT-LÉVY Zoologie.
L. DUROYER Optique appliquée.
A. GUILLERMOND Botanique (P.N.C.).
A. DEBIERNE Radioactivité.

Secrétaire Daniel TOMBECK.

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

DANS

L'EST DU TONKIN

A la mémoire de

GEORGES LERY

*Professeur de Mathématiques spéciales
Lieutenant au 272^e Régiment d'Infanterie
Mort glorieusement pour la France
le 10 Septembre 1914*

A Monsieur CHARLES JACOB

*Professeur de Géologie à l'Université de Toulouse
Ancien Chef du Service Géologique de l'Indochine*

Hommage de vive et respectueuse reconnaissance

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

DANS

L'EST DU TONKIN

*Savoir que tout est un, voilà
la vraie, la seule science.*
(Tchoang-tse, disciple de
Lao-tse, chap. 2).

PRÉFACE

Lorsque nous débarquâmes en Indochine en 1921, M. Bourret terminait son étude sur le Nord-Est du Tonkin ; une grosse lacune subsistait entre cette région et le littoral ; M. Charles Jacob, alors Chef du Service Géologique, nous chargea donc d'étudier l'Est du Tonkin.

Tout n'était pourtant pas à faire, M. le Commandant Zeil avait dressé avec beaucoup de soin une carte géologique au 1/100.000, celle de Pho Binh Gia (1), carte qui était à reprendre mais qui témoignait d'un très gros effort et n'aurait pu être mieux faite à l'époque où elle fut dressée. M. le Capitaine Allouchery avait également fait des recherches très sérieuses dans la région de Tien Yen (2) et M. le Capitaine de Fraysseix, de bonnes observations dans la région de Moncay. Des ingénieurs avaient recueilli quelques renseignements sur les régions houillères, et surtout Zeiller [1903] avait publié son étude sur la flore rhétienne de Hongay. M. Counillon avait dressé une carte détaillée de la partie Nord-Ouest de la feuille de Lang Son, carte très consciencieusement établie et où

(1) Une très courte notice et une carte réduite ont été publiées par la Société Géologique [Zeil. 1907].

(2) Le manuscrit du Capitaine Allouchery n'a jamais été publié ; sa carte très consciencieusement établie nous a rendu de grands services pour la délimitation des aires rocheuses dans la partie occidentale de la feuille de Moncay.

nous n'avons eu à relever que des erreurs peu importantes. M. Lantenois [1907] avait cherché à coordonner tous ces renseignements dans une étude d'ensemble sur l'Indochine. Enfin, M. Giraud [1918] avait repris dans la région de Pho Binh Gia les études de M. le Commandant Zeil et y avait pressenti l'importance des mouvements tangentiels.

De graves raisons empêchaient de grouper ces différentes observations ; elles étaient trop isolées les unes des autres et aucune vue d'ensemble sérieuse n'existait sur les régions avoisinantes. De plus les idées modernes sur la tectonique n'étaient pas encore assez familières, certaines formations n'étaient pas datées, en particulier les vastes émissions rhyolitiques qui jouent un rôle majeur dans cette partie de l'Indochine, avaient donné lieu à des hypothèses toutes erronées sur leur âge ou leur genèse. Ainsi il y avait lieu, aux yeux de M. Charles Jacob, de reprendre l'étude de l'Est du Tonkin. Nous étions mieux informés que nos prédécesseurs sur la géologie tonkinoise, mais notre tâche ne devait pas être aisée. Le secteur que M. Jacob nous faisait l'honneur de nous attribuer est en effet limité au Nord-Est par la frontière de Chine, — au Sud-Est par la mer, — au Sud-Ouest par le Delta, — au Nord-Ouest par une ligne jalonnée approximativement par Vinh Yen, Cho Chu, Na Ri, Dong Dang ; il recouvre en totalité ou en partie 12 feuilles topographiques au 1/100.000. Cette surface est à peu près un losange dont les diagonales auraient respectivement 140 et 250 kilomètres. Nous ne tirerons pas une sotte vanité de l'étendue de l'aire étudiée, mais y chercherons bien plutôt une excuse pour les imperfections de ce travail.

Il nous faut aussi signaler les graves difficultés que rencontre le géologue dans cette région ; le pays y est très couvert soit de bois, soit d'herbes ; l'altération superficielle souvent profonde est une gêne non moins sérieuse. Les coupes naturelles et artificielles sont très rares. Les exploitations, les grandes routes manquent presque totalement ; dans les lits des ruisseaux, il est difficile de dire si la roche est en place, et les pendages sont suspects.

Les fossiles, mal conservés en général, sont rares, sauf en certaines régions privilégiées.

Par contre, notre tâche devait être simplifiée par la bonne qualité des cartes topographiques au 1/100.000 où les aires de rochers sont représentées de façon spéciale, les régions karstiques sont ainsi bien délimitées. Enfin la nature géologique s'est révélée ordonnée suivant des zones homogènes, en virgations.

Il n'est pas pratiquement possible de parcourir le pays pendant la saison chaude, au cours de nos deux séjours en Indochine nous avons pu effectuer ainsi quatre campagnes ; entre temps nous avons passé presque toute l'année 1924 en France, nous y avons repris nos déterminations lithologiques et paléontologiques, profitant des richesses bibliographiques et des collections de nos grands établissements scientifiques ainsi que des conseils que les Maîtres ont bien voulu nous donner, avec une bienveillance qui nous a souvent ému. Que MM. Boule, Haug, Lacroix, Lemoine reçoivent ici l'expression de notre gratitude.

En Indochine, nous avons largement bénéficié des conseils et encouragements de M. Charles Jacob, de M. le Commandant Dussault. M. Mansuy, à notre arrivée au Tonkin, nous a aidé de ses conseils dans l'étude de la paléontologie indochinoise. M. Bourret nous a fait profiter souvent et avec une inlassable complaisance, de sa grande expérience dans l'étude des roches.

Mademoiselle Colani a étudié les Fusulinidés que nous lui avons rapportés en grande quantité, elle nous a ainsi dispensé de l'étude si délicate de ces organismes et fourni de précieux renseignements sur l'âge de nos calcaires.

Nous avons été, d'autre part, très sensible à la confiance que notre chef et ami M. Blondel a bien voulu nous accorder.

Nous avons le devoir de remercier également M. Lantenois, Inspecteur général des Mines et M. le Commandant Zeil qui ont contribué largement à notre entrée au Service Géologique de l'Indochine.

Et il nous est doux, au milieu de ces pensées de reconnaissance, de songer à ces heures lointaines où, à la Sorbonne, les Maîtres confirmèrent en nous le goût de leur Science.

Celui-ci doit être solidement ancré pour soutenir le courage dans certaines régions où l'observation se heurte à des difficultés insurmontables. Nous avons connu plus d'une fois ces longues étapes dans la forêt humide et boueuse ou dans le chaume monotone des mamelons, ces soirées où le bilan de la journée n'est que néant et où il faut vraiment de la volonté pour ne pas désespérer.

Quod potui feci : veniam da mihi, posteritas (1)

(1) Léonard de Vinci, son épitaphe

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION

Ce travail comprendra deux parties principales bien distinctes, la première aura trait à la stratigraphie, la seconde sera réservée à la tectonique et à la description des diverses régions étudiées.

Avant d'entreprendre ces deux études, nous donnerons un aperçu sommaire de la géographie des pays étudiés, puis nous définirons les grandes régions naturelles que révèle la géologie ; devant nos conclusions, nous indiquerons le fil directeur qui facilitera dès le début la lecture de cette monographie.

CHAPITRE PREMIER

GÉOGRAPHIE DE L'EST DU TONKIN

I. — Le pays, les lignes directrices.

La portion du Tonkin que nous nous proposons d'étudier est limitée, avons-nous dit, par le Delta, le Golfe du Tonkin, la frontière de Chine et une ligne passant à peu près par Vinh Yen, Cho Chu, Na Ri et Dong Dang. Nous ne donnerons qu'un aperçu très rapide de cette région qui est une des mieux connues de l'Indochine.

Dans une phrase lapidaire, M. Deprat définissait ainsi le relief de l'Indochine du Nord : il n'y a pas de montagnes, il n'y a que des vallées. Cette remarque est particulièrement exacte à l'Ouest et au Centre du pays que nous avons étudié ; à l'Est vers Binh Lieu, au Sud dans le Dong Trieu, elle doit être prise avec un sens moins absolu.

Les cours d'eau principaux, le Song Cau, rivière de Cho Moi et de Thaï Nguyen, le Song Thuong qui arrose Thanh Moï et Phu Lang Thuong, le Song Luc Nam qui passe à An Chau, Lam, Luc Nam, ne séparent ni des pays différents, ni des massifs montagneux individualisés. Leurs cours ne paraissent d'ailleurs pas liés à la structure géologique ; cela tient sans doute à ce que le pays a été pénéplainisé vers la fin du Tertiaire. Pourtant il n'y a pas d'indépendance absolue, c'est ainsi que nous voyons le Song Thuong accuser par sa direction celle de la terminaison du massif karstique du Bac Son. Le Song Tien Yen avant de déboucher dans la mer près de l'île de Kébao, son affluent le Song Pho Cu et ses sous-affluents le Coué Tat et le Suoi Dinh Lap jalonnent une ligne tectonique qui passe par un rebroussement de plis et se prolonge par la vallée du Song Ky Cong jusqu'au delà de Lang Son. Il est impossible de se faire une idée du relief du Tonkin par l'examen d'une carte d'atlas, le cartographe ayant cherché à représenter le terrain par le figuré de petits chaînons qui n'existent pas en réalité ; hors de la carte du monde au 1/1.000.000, seule la carte hypsométrique de l'atlas de l'Indochine (1) est exacte, mais cette méthode de figuré est incapable de donner une idée de la complexité du relief.

(1) Publié par le Service Géographique de l'Indochine . 1920.

Le Général Jourdy [1885-1886. I], alors Commandant, avait reconnu l'existence au Tonkin de deux directions dominantes, auxquelles nous avons déjà fait allusion, celle du Fleuve Rouge qui se retrouve dans le cours inférieur du Song Tien Yen et celle bien indiquée par la limite du massif du Bac Son (cours du haut Song Thuong). Ces directions sont parfaitement indiquées par la route coloniale de Lang Son à Tien Yen et par le chemin de fer de Hanoï à Lang Son qui n'a fait que suivre le tracé de la route mandarine reliant le Delta au Kouang Si. Les faits naturels régissent d'autant plus les phénomènes humains que la civilisation matérielle est moins avancée. Malgré la réalité de ces directions, nous aurons à nous occuper plutôt de zones successives incurvées, de virgations.

Et c'est suivant l'ordre de ces aires concentriques que nous dirons quelques mots des unités géographiques rencontrées.

Un premier arc bien indiqué, convexe vers l'Ouest est celui des *Marbres de Cho Chu*. A l'Ouest s'étend une région généralement boisée, sorte de bocage ; à l'Est, un pays surtout de schistes, peu habité, avec quelques petits massifs calcaires ; vers l'Est et le Nord-Est, les schistes et calcaires se prolongent au delà du Song Cau, mais plus au Sud ils ne dépassent pas cette vallée. Le pays s'élève assez rapidement à l'Ouest du méridien de Cho Chu, des poudingues et des gabbros forment des arêtes ou des sommets, dominés eux-mêmes par la longue chaîne rhyolitique du Tam Dao qui court parallèlement au Fleuve Rouge et atteint 1403 mètres au Nord-Ouest de la station d'altitude. Au Sud-Est, le pays s'abaisse rapidement, une région de petits mamelons bas, assez analogues aux downs, s'étend au Nord de Thaï Nguyen et se relie insensiblement au Delta. Le pays est assez désolé ; au Sud-Ouest de Thaï Nguyen, il est même désert, là où les grès et poudingues donnent des sols très maigres. Au Nord, quelques vallées sont plus peuplées, les villages se groupent dans de larges vallons, la vie paraît assez facile ; dans les vergers poussent des orangers et mandariniers qui manquent totalement dans les régions avoisinantes. Le pays s'étend à l'Est au delà du Song Cau ; à l'Ouest de Na Ri, vers la limite des provinces de Bac Kan, de Thaï Nguyen et de Lang Son, sorte de pôle répulsif, s'étend une région où la carte n'indique ni village, ni sentier.

Nous arrivons ainsi à un deuxième arc formé de calcaires massifs, nous l'appellerons *arc de Ban Tac*. A l'Ouest, au voisinage du Song Cau, il forme un large plateau karstique qui s'effile progressivement vers le Nord, au point d'être complètement étranglé à Ban Tac où la vallée d'un affluent du Khé Nghinh Thuong forme brèche. Après s'être élargi au niveau du Nui Xa, le plateau s'étrangle à nouveau à l'Est de Na Ri.

Au Sud, l'arc de Ban Tac est tangent intérieurement à l'arc septentrional du Bac Son dont il est séparé plus au Nord par un espace assez accidenté formé surtout de schistes et de rhyolites, que nous nommerons *pays de Fou Coc*.

Bien que le chau qui porte ce nom n'en occupe qu'une partie, nous appellerons *Bac Son* la grande masse calcaire qui s'étend entre Thaï Nguyen, Pho Binh Gia et Lang Nac, c'est le type du pays karstique avec rochers déchiquetés, cannelés verticalement par l'érosion, cirques, pertes de ruisseaux, résurgences, grottes, etc... Quelques larges ouvertures laissent affleurer des schistes ; tels sont la boutonnière de Mo Nhài et le plateau de Van Linh. Ce pays pourrait se subdiviser en arcs concentriques, concaves vers le Nord-Ouest suivant le mode général de l'Est du Tonkin. A l'Est, les calcaires disparaissent sous le pays schisto-gréseux ou éruptif de Lang Son où ils n'apparaissent que par quelques pointements jalonnant leur liaison avec le massif de Dong Khé et de l'Est de Cao Bang situé plus au Nord. Ce massif karstique contraste vivement avec les régions environnantes et la découverte de ce pays à plateaux très sains, à riches villages, paraît avoir causé une certaine joie au Tonkin lorsque les troupes du Colonel Galliéni y pénétrèrent en 1893, venant de la zone insalubre et triste de Kep, de Bac Lé et de Thanh Mỗ. La piraterie était facile dans ce pays rocheux et boisé, aussi est-il souvent nommé le Caï Kinh, du nom d'un célèbre chef de pirates.

Au Sud et à l'Est, s'étend un pays monotone à tous points de vue, on pourrait l'appeler le *pays d'An Chau* comme le suggère M. Jacob [Jacob et Dussault. 1925], ce poste en est le point central. C'est un pays de grès et de schistes le plus souvent brun lie de vin, ce que nous appelons le Terrain Rouge. Géologiquement, il s'étend jusque vers Thaï Nguyen à l'Ouest, Binh Lieu à l'Est. Sa limite avec le Delta est peu nette, le Song Luc Nam qui le draine, élargit brusquement sa vallée dans le bassin de Chu. Au Sud, l'arc du Dong Trieu prolongé jusqu'à Tien Yen pourrait le limiter, mais les poudingues de cette région houillère s'étendent jusqu'à An Chau. Il y a peu d'inconvénients à conserver la dénomination proposée par M. Jacob. Il paraît que dans le Bassin Rouge du Sétchouen, les formes déchiquetées des rochers et les couleurs vives des grès rouges donnent au paysage un caractère particulier de pittoresque et que les bassins fertiles sont largement ouverts. La région du Terrain Rouge du Tonkin est loin de présenter une pareille variété. Le pays est monotone, tous les sommets se ressemblent, les villages sont clairsemés, il faut toujours monter et descendre, jamais un haut sommet, un paysage uniforme s'offre à la vue, sans saillie, pelé, grisâtre, les vallées elles-mêmes sont à peine boisées. L'homme a d'ailleurs tout fait pour dévaster le pays par les incendies de brousse multipliés ou *ray*. Rarement un latanier plus heureux a résisté au ray et apparaît solitaire, incompréhensible au milieu de cette désolation. Le pays s'élève progressivement à l'Est de la Route de Lang Son à Tien Yen. A l'Est de Lang Son, le Mau Son s'élève assez brusquement, atteignant 1541 mètres, dominant le bassin néogène de Loc Binh, plat comme la Champagne ; au Nord, le long de la ligne de chemin de fer, la topographie est régulière, commandée qu'elle est par un long affleurement de rhyolite. Mais plus au Sud, on ne trouve pas de directions nettes suivant lesquelles serait orientée la topographie, on peut

cependant, surtout sur une carte à petite échelle, telle que celle au millionième, reconnaître trois arcs suivant lesquels se groupent les plus fortes altitudes, ces arcs sont conformes au plan général de la virgation.

Au Nord-Ouest, on ne peut séparer le pays d'An Chau du Yen Thé, pays situé à l'Ouest de l'extrémité méridionale du Bac Son, où l'érosion est plus avancée. Ce canton a été dévasté par la piraterie, le vieux Ba Phuc y fit sa soumission en 1894 et son fils le trop célèbre De Tham se sépara de lui ; beaucoup de villages abandonnés d'après la carte sont aujourd'hui réoccupés.

La région littorale est arquée, et ce fait apparaîtrait encore plus nettement si les formations alluviales n'avaient pas régularisé la côte et comblé le golfe qui s'étendait à l'emplacement du Delta. Mais le plan de cet arc de la virgation est assez complexe. On peut, il est vrai, tracer une courbe remarquablement continue comprenant la chaîne méridionale du Dong Trieu, la côte à l'Est de Hongay, le front sud-oriental de Kébao et les îles du Grand Singe, du Château Renaud et du Kersaint ; cette courbe est concave vers le Nord sur le continent, vers le Sud dans les îles. Mais à l'intérieur des terres, l'arc doit être subdivisé en deux avec rebroussement dans l'axe de la rade de Tien Yen, il semble qu'il s'agisse d'un rebroussement plutôt que d'un enchaînement, il est parfaitement accusé par la déviation des affleurements de rhyolites et de schistes plus anciens.

Plus au Sud, la disposition se complique, plusieurs arcs emboîtés, concaves vers le Nord se retrouvent dans les îles Rousse, Madeleine, Longue, des Sylphes, de la Table et des Sangliers. A l'Est, cet archipel est limité par l'alignement des îles de Quan Lan, Ba Mun, aux Sangliers, qui tend à se raccorder tangentiellement au groupe de l'île du Château Renaud ; les îles limitant l'archipel vers le Sud-Ouest, s'orientent au contraire à peu près vers le Nord-Ouest ; cette même direction est celle qui aligne les îles Norway et la côte occidentale de la Cat Ba.

Plus au large, l'archipel des Kao T'éou (1) paraît disposé sans ordre, pourtant les îles qui le constituent s'orientent conformément à la courbe de l'île aux Sangliers, de même que les crêtes des deux îles principales, Cu Xu et Tching Lan Xan, convexes vers le Nord-Ouest. La meilleure façon de s'expliquer cette disposition des îles et du littoral est de considérer deux môles, l'un prolongeant le Delta dans la direction des Norway, l'autre situé contre l'emplacement des îles Kao T'éou et Lo Chuc San et sur lequel se serait moulé l'arc du groupe du Château Renaud. Dans l'angle rentrant formé par les deux môles, les plis auraient pénétré comme des vagues et se seraient disposés concentriquement, utilisant tout l'espace libre à la façon d'une virgation double du second ordre (2).

(1) On dit aussi Gow Tow, Cao Thao ou Co to.

(2) Argand. — 1924.

A l'Ouest, la Cat Ba est presque uniquement calcaire, avec topographie karstique ; les calcaires se retrouvent au fond de la rade de Port-Courbet et à l'Est de Hongay, ils forment les îles des baies de Ha Long et de Fai Tsi Long, une partie des îles de la Table et Madeleine, et disparaissent presque totalement à l'Est.

Somme toute, bien que moins simple, cette région littorale rentre parfaitement dans le plan des arcs successifs de la virgation.

Le pittoresque de la baie de Ha Long, les charbonnages du Dong Trieu, de Hongay et de Kébao ont rendu célèbre cette région privilégiée de l'Indochine.

Nous nommerons *arc du Dong Trieu* celui qui s'étend des environs de Sept-Pagodes à Tien Yen ; l'*arc de Moncay* sera celui qui s'étend d'ici à la frontière. C'est dans ce dernier que nous rencontrons les plus grands sommets, 1510 mètres au Khoang Nam Chau Lanh, 1333 mètres au Nui Cao Xien à l'Est de Binh Lieu ; ils sont formés de rhyolite et de microgranite ; des altitudes un peu moins élevées se rencontrent dans du Terrain Rouge à Ngan La (1166 mètres au Nord du col du Ngan Chi) ou dans des complexes de poudingues, de grès et de schistes qui bordent la crête rhyolitique (1110 mètres à la Grande Mamelle).

Ces crêtes dominent une zone formée de collines de schistes puis de Terrain Rouge schisto-gréseux qui s'abaisse progressivement vers la mer.

La nature de cet arc Dong Trieu-Moncay, formé en grande partie de rhyolites et de Rhétien, permet de le prolonger à l'Ouest par l'arc du Tam Dao qui appartient sensiblement à la même courbe.

II. — Les facteurs du relief (1).

M. Deprat a montré que l'Indochine du Nord est une ancienne péninsule où un mouvement assez ancien a ravivé l'érosion ; MM. Jacob et Bourret ont, dans leurs études, vérifié cette assertion. Le relief de notre secteur est aussi, en partie commandé par ce phénomène, d'une façon moins générale pourtant ; en effet, aux abords du Delta ou de la mer, l'érosion a eu le temps de détruire les vestiges de l'ancienne surface arasée, et à l'Est vers Moncay, de fortes altitudes se sont maintenues, sans doute par suite de la dureté des roches ; les traces d'aplanissement sont mieux conservées dans les pays calcaires, là, en effet, les cours d'eau atteignent rapidement leur profit d'équilibre, s'enfonçant dans des cañons plus ou moins étroits qui respectent plus la surface du plateau.

Certains panoramas du Bac Son sont très significatifs, tel celui que l'on découvre de la côte 580 au Sud-Ouest de Mo Nhay ou de la crête

(1) Voir Planches V à VIII.

située au Sud-Est et qui sépare Lun Ké de Lang Com. Les pitons calcaires restent inférieurs à une même surface virtuelle qu'ils atteignent souvent et ne dépassent jamais. On pourrait objecter que ces calcaires ont été relativement peu plissés, mais dans le Nord du Bac Son le même phénomène se reproduit ; or ici les calcaires sont très plissés et une paroi rocheuse montre même un petit pli couché. Ces faits ne sont pas exclusifs aux calcaires ; si, sur la bordure orientale du Bac Son, l'on gravit le rocher qui domine Ban Fan, ce sont les mamelons de schistes triasiques que l'on voit aligner leurs sommets au niveau de l'ancienne pénéplaine.

L'arc calcaire de Ban Tac ainsi que le pays de Fou Coc offrent aussi de superbes panoramas de pénéplaine, qu'on les considère soit du Coc Xo situé au Nord (à l'Est de Bac Kan), soit de Hou Vinh situé à l'Est, près de Pho Binh Gia ; mais de ces deux points de vue, on voit l'ensemble du pays dominé par le Khao Kien, montagne formée de rhyolite et atteignant 1107 mètres ; l'érosion, au cours de l'ancien cycle, n'a pas eu le temps de niveler cette masse de roche très dure.

La nature du sol se fait sentir aussi, nous avons déjà parlé de topographie karstique, les calcaires sont très homogènes et durs, généralement entièrement cristallins, les formes sont très hardies et déchiquetées, cependant quelques rares pentes sont assez régulières par suite de la présence d'éboulis ou de tufs.

Parfois, dans l'île de Cat Ba, les calcaires n'offrent plus la topographie karstique habituelle ; cela tient à l'abondance des phtanites qu'ils renferment, il s'est formé ainsi des crêtes et des croupes aux formes adoucies contrastant avec celles des calcaires moins riches en phtanites qui s'observent à côté.

Nous avons remarqué dans la baie de Ha Long des surfaces de calcaires, très finement gravées par l'érosion, présentant de petits canaux de quelques millimètres de larges ; ces délicates gravures, lapiez en miniature, rappellent tout à fait des exemples observés aux Indes Néerlandaises et décrites par Escher [1914-1915. — Pl. XXII à XXV, surtout XXIV et XXV] sous le nom de Mikro-Karren.

La destruction des calcaires riches en dolomie peut donner des sables comme près de Van Linh, mais ce sont des faits très localisés.

Une monocotylédone se rencontre invariablement sur les pitons calcaires arides, son port rappelle celui du pandanus.

Nous avons décrit la monotonie des mamelons schisto-gréseux du Terrain Rouge. Le Terrain Rouge du littoral de Moncay, d'âge d'ailleurs rhétien, non triasique, diffère topographiquement de celui d'An Chau ; le pendage régulier des couches crée un pays descendant doucement vers la mer et tendant à former une cuesta à regard vers le Nord, on ne saurait cependant y chercher un plateau incliné, l'érosion a découpé profondément les couches.

Les poudingues, lorsqu'ils couvrent des surfaces suffisantes, offrent des paysages très caractéristiques, ainsi bien à l'Ouest de Thāi Nguyen qu'à l'Est de Chu et au Sud d'An Chau. Le sol est sableux, couvert de

forêts à clairières, on y rencontre une flore forestière assez spéciale de Cupulifères, chataîgniers, etc... Par suite de l'absence de sels de calcium, les mollusques à coquille épaisse paraissent manquer ; nous n'y avons remarqué que des coquilles de Pulmonés, minces et cornées. C'est sans doute par suite de la pauvreté du sol que ces pays n'ont pas été déboisés. Parfois les formes escarpées simulent de loin celles des calcaires, nous l'avons remarqué spécialement au Nord de Hatou.

Près de Kien An, au Sud de la Pagode de Ang Son, des amas de rochers de quartzite rappellent ceux des grès de Fontainebleau, c'est le seul exemple que nous en connaissions.

Quant aux gabbros, roches cristallines grenues, ils constituent au Nord de l'arc de Cho Chu, une série de collines assez élevées formant un ensemble d'allure très homogène. Ce sont des croupes bombées, écrasées, faiblement accidentées, leur pente est très douce près du sommet qui est jonché d'innombrables blocs de gabbro noircis et couvert de chaume et de petites flaques boueuses. Ce paysage évoque le souvenir des croupes granitiques des Hautes Chaumes (fig. 3o).

Le pays ayant été pénéplainisé, il n'y a pas souvent d'influence très nette de la structure du pays sur le modelé, pourtant elle peut être très évidente ; la crête du Nui Khé Sim, au Nord-Est de Hatou, est un bon exemple d'inversion de relief, elle correspond à un synclinal rhétien au Nord de la baie de Fai Tsi Long ; dans les pays de grès et de poudingues au Sud d'An Chau et de Lam, aux anticlinaux correspondent des dépressions, aux synclinaux des crêtes.

Nous terminerons ces quelques considérations sur le relief en signalant l'abondance des captures qu'un simple examen de la carte permet de reconnaître. Un des plus jolis exemples se voit à l'Ouest de Thaï Nguyen, près de l'ancien blockhaus de Cu Van. Autrefois, un des affluents du Song Cau coulait suivant la dépression qui sépare le Nui Phao des hauteurs de Phan Mé et qu'utilise la route de Tuyen Quang ; le Song Cai, affluent plus amont et plus important du Song Cau, a capté son haut cours ; à l'Ouest du blockhaus un réseau de petits ruisseaux affluents se trouve privé d'écoulement et reste comme un témoin entre les deux tronçons.

Sur le terrain, nous connaissons un exemple parfaitement net de capture au Nord-Ouest d'An Chau. Un sous-affluent du Song Luc Nam coulait autrefois vers le Nord par Bien Dong, il devait être important, il a laissé des alluvions en grande partie latéritisées et une large vallée bien ouverte au Nord ; aujourd'hui cette vallée n'est plus drainée que vers le Sud par de petits ruisseaux insignifiants qui forment un petit cours d'eau se jetant directement dans le Song Luc Nam après avoir arrosé une vallée resserrée.

Des faits bien plus curieux s'observent dans la région de Na Ri. On assiste là à l'enchevêtrement de deux bassins hydrographiques, de nombreuses captures y sont faciles à prévoir. Les affluents du Song Na Ri, tributaire indirect du Song Ky Cong, coulent à un niveau très supérieur à celui des ruisseaux qui vont au Song Cau, ceux-ci sont très proches et sapent le bassin plus élevé. A 10 kilomètres au Sud-Ouest de Na Ri, le

chemin de Cho Moi traverse un petit col ; au Nord, l'affluent du Song Na Ri coule paisiblement à 5 mètres seulement plus bas, le fond de sa vallée est garni de rizières ; au Sud, le ruisseau de Mo Dong, affluent du Song Cau, coule à 140 mètres en contre-bas, cependant il n'y a pas plus de 500 mètres entre les deux cours d'eau. On éprouve une réelle surprise, quand, après une montée pénible, on débouche dans le bassin supérieur.

Une surprise inverse est réservée au voyageur qui, allant de Na Ri à Cho Moi, franchit le col séparant les deux bassins près de Ban Na ; quittant les rizières de ce village, il parvient rapidement, après une montée de quelques dizaines de mètres, à la ligne de partage des eaux, il domine alors la profonde vallée de Ban Key. C'est que, pour aller à la mer, la voie du Song Ky Cong est incomparablement plus longue que celle du Song Cau.

En bien des points, en particulier dans le premier des précédents exemples, les cours d'eau sont en équilibre instable, des captures se préparent.

III. — Les populations.

Bien que passionné par les questions anthropologiques, nous n'avons pas approfondi ce sujet, le temps nous a manqué ; les populations de l'Est du Tonkin sont d'ailleurs les mieux connues de l'Indochine et une étude détaillée sortirait du cadre de cet ouvrage.

Les Annamites ne s'élèvent guère hors du Delta et des régions basses avoisinantes, les Tho occupent la haute région qu'ils doivent partager avec les Nhung. Les Man vivent plus haut, leur limite d'extension est facile à tracer, ce serait à peu près la courbe hypsométrique de 400 mètres, pourtant de gros villages de Man vivant à l'annamite se rencontrent au Sud du Tam Dao au Nord-Est de Phuc Yen. Nous avons trouvé également les Man presque au niveau de la plaine, dans le Dong Trieu près de Huong Bi et dans la vallée du Song Luc Nam entre Chu et An Chau, mais ils paraissent ici se mélanger aux Annamites. Les Chinois qui ne sont, dans le reste du Tonkin, que des étrangers s'occupant uniquement de négoce, forment le fond de la population d'une grande part du territoire militaire de Moncay.

Les Tho ne se distinguent pas seulement des Annamites par leur costume bleu, c'est une race différente bien que de taille voisine, plutôt inférieure, et d'indice céphalique voisin [Girard. 1900]. Ils sont plus ouverts et plus honnêtes que les Annamites mais ils sont foncièrement apathiques. Les Nhung, assez différents des Tho, sont souvent considérés comme résultant d'un métissage de Chinois et de Tho. Supérieurs aux Tho par leur taille, inférieurs par leur indice céphalique, ils viennent se placer exactement entre ceux-ci et les Chinois du Quang Si. Ils paraissent plus entreprenants que les Tho et se voient surtout dans la région de Lang Son. Les Man sont encore plus différents des Annamites, leur indice céphalique est plus faible, il y a d'ailleurs plusieurs races de Man : Man Tien, Man Pany, Man Cuoc. On les rencontre surtout dans

les régions du Bac Son, du Mau Son et de Pho Ba Ché, ils ne construisent que de petits groupes de cases perdues dans la montagne, essentiellement éphémères ; quand le sol s'épuise, ils vont incendier une montagne pour en cultiver quelques arpents, ces méfaits les font peu apprécier des populations voisines. Ce sont des gens assez farouches, doux et paisibles ; ils fournissent des guides fort complaisants, étonnés ensuite de recevoir une rémunération. Leur costume, surtout celui de la femme, est pittoresque. Ils vivent de la forêt et se suffisent à eux-mêmes, un attirail de sorcellerie existe dans presque chaque case. Assez jaloux de leur indépendance, ils sont sans intérêt au point de vue économique, mais sympathiques.

Les Chinois forment la population la plus intéressante à ce point de vue, ils ne font malheureusement masse que dans l'extrême Est du Tonkin. Robustes, travailleurs, énergiques, débrouillards, ils sont estimés par tous ceux qui ont eu à les employer.

CHAPITRE II

LES UNITÉS GÉOLOGIQUES

Après cet aperçu sur la géographie de l'Est du Tonkin, nous pouvons chercher à définir les grandes unités géologiques qui le composent. Lorsque nous aurons étudié la stratigraphie, nous en reprendrons l'étude détaillée. Pour plus de commodité nous ne partirons plus de l'arc le plus Nord-Ouest mais du Bac Son, celui-ci forme un massif bien homogène autour duquel viennent facilement se grouper les autres régions ; il est d'autre part simple et facile à limiter. Sa nature calcaire permet de le situer même sur une carte topographique.

Le *Bac Son* se compose essentiellement d'une masse karstique de calcaires anthracolithiques, les terrains inférieurs formés en grande majorité de schistes dévoniens affleurent dans des boutonnières plus ou moins étendues. Le Trias avec son cortège de rhyolites s'observe dans des dépressions synclinales sur le calcaire anthracolithique. Au Nord-Ouest, suivant une ligne concave et régulière du Nui La Hien au Nord de Thaï Nguyen jusqu'aux environs de Pho Binh Gia, les calcaires disparaissent sous des rhyolites ou des schistes secondaires. Au Nord-Est, les calcaires s'ennoient encore sous le Trias, mais la limite n'est plus un arc, elle est en effet transversale par rapport à la direction de la virgation du massif qui envoie ainsi en avant une série de caps, un golfe de Trias pénètre comme un coin vers Tri Lé. Au Sud-Est, la limite est très nette, les calcaires s'enfoncent toujours sous le Trias, avec un pendage brusque suivant une ligne droite que côtoie le chemin de fer de Hoa Lac à Lang Nac ; la limite s'incurve ensuite vers le Nord jusqu'à l'extrémité méridionale du Bac Son. De ce point à la région de Thaï Nguyen s'étend la limite sud-occidentale, moins nette que les autres ; de ce côté, en effet, les boutonnières dévoniennes ne sont plus, en apparence, entourées de leur ceinture calcaire, la couverture secondaire en masque une partie. On peut ainsi en partant de Thaï Nguyen pénétrer profondément dans le Bac Son sans rencontrer les calcaires.

Le Paléozoïque de ce vaste massif est autochtone avec quelques glissements.

Au Nord du grand arc Nord-Ouest du Bac Son s'étend le *pays de Fou Coc* d'accès difficile, formé de rhyolites et de schistes, grès et poudingues attribués au Trias et au Rhétien ; un petit arc calcaire apparaît au milieu de ce pays qui va en s'évasant progressivement du Nui La Hien à la route de Na Ri à Pho Binh Gia.

Le Trias de cette région doit être rattaché à ce que M. Jacob a proposé d'appeler *série intermédiaire*, série comprenant les terrains mésozoïques pris entre le Paléozoïque autochtone et les nappes.

Le pays de Fou Coc est limité au Nord-Ouest par l'*arc de Ban Tac* ; topographiquement celui-ci ne diffère pas du Bac Son, c'est encore le karst et comme ces deux régions sont tangentes au Nui La Hien, le géographe pourrait les réunir, mais tandis que le Bac Son est autochtone, l'arc de Ban Tac est un élément paléozoïque aussi, entraîné sur le Secondaire, celui-ci apparaît au fond de coupures. Jusqu'ici tout est simple ; en continuant notre marche au Nord-Ouest, nous allons trouver un pays où la tectonique est plus difficile à déchiffrer, où les masses sont souvent impossibles à délimiter nettement, ceci pour des causes diverses : les éléments lithologiques sont moins nettement tranchés, le départ entre les terrains charriés et les terrains entraînés, mais à demi-autochtones, est plus que délicat et cette confusion se produit justement dans un pays peu habité, à sentiers très rares, où beaucoup de vastes espaces sont totalement inaccessibles.

Nous pouvons cependant reconnaître au Sud et à l'Est de Cho Moi un pays autochtone, de schistes, de lydiennes, de calcaires attribuables au Dévonien et à l'Anthracolithique, mais la limite des calcaires en place et de ceux de l'arc de Ban Tac, au Nord de San Xa, est actuellement impossible à tracer ; l'écrasement est la règle, d'ailleurs l'Anthracolithique très laminé a été probablement entraîné. Nous appellerons cette petite contrée *pays de Quang Co*, du nom d'un village central où la géologie est assez facile.

Les calcaires dévoniens de Quang Co doivent avoir leur prolongement dans les calcaires du *chau de Na Ri* qui s'étend au Nord de l'arc de Ban Tac ; c'est un pays très complexe tectoniquement, formé de schistes et calcaires paléozoïques et de quelques schistes et grès secondaires, une partie du Paléozoïque est charriée, une autre est autochtone ; les schistes dévoniens sont souvent très satinés.

A l'Ouest du Song Cau, les faits redeviennent plus nets, nous rencontrons, entre ce fleuve et l'arc des marbres de Cho Chu, un complexe formé de schistes souvent satinés et sériciteux, de lydiennes, de quartzites laminés parfois charbonneux ; cette formation a, d'une façon indéniable, l'allure d'une masse charriée, elle prolonge un lambeau, reconnu plus à l'Ouest par M. le Commandant Dussault, appartenant à la *nappe du Nui Rao*, qui comprend des éléments lithologiques semblables et est beaucoup plus développée vers Tuyen Quang. Au Nord-Ouest, ce complexe supporte la zone cristalline des granites, gneiss, micaschistes et cornéennes qui s'étend en bordure des marbres de Cho Chu et à l'Ouest de ce poste. L'arc des marbres repose sur un socle de quartzites métamorphiques et de cornéennes, il renferme des lames de granite et peut être considéré comme appartenant à une nappe supérieure à celle des cornéennes, donc à celle du Nui Rao qui vers Tuyen Quang contient des intercalations parfois assez développées de calcaires, mais ceux-ci sont moins métamorphiques. Quant aux terrains cristallins, on peut con-

sidérer ceux du Fleuve Rouge comme leur racine ; toutes ces masses charriées supportent une masse détritique nommée série de Luc Ra par M. le Commandant Dussault. Formée par des poudingues plus ou moins bréchoïdes et des grès, elle dessine un grand arc traversé déjà par l'ancienne route de Cho Chu à Tuyen Quang et s'étendant jusqu'au Sud de Thaï Nguyen, cette masse recouvre le Rhétien houiller de Phan Mé qui en constitue la base. Nous parlerons simplement des poudingues de Luc Ra.

L'extrémité sud des poudingues de Luc Ra domine topographiquement le Terrain Rouge de Thaï Nguyen, prolongement géologique de celui d'An Chau et triasique ou rhétien ; des schistes triasiques inférieurs à ce Terrain Rouge, supportent la formidable masse rhyolitique du Tam Dao qui forme une crête suivant la direction du Fleuve Rouge. Cette chaîne du Tam Dao trouve son prolongement dans l'arc du Dong Trieu qui renferme aussi une puissante traînée de rhyolites.

Revenons au Bac Son. A l'Est, s'étend, de Pho Binh Gia à Lang Son, un pays assez uniforme, formé de schistes, grès et calcaires triasiques accompagnés de vastes épanchements de rhyolite, nous le nommons *pays de Lang Son*, il s'étend à peu près entre Pho Binh Gia et la voie ferrée entre Lang Nac et Lang Son et le prolongement de cette ligne jusqu'à la frontière de Chine. La bande de Trias et de rhyolites qui part de Lang Son puis longe tout le Sud du Bac Son devrait lui être rattachée ; mais pour des raisons géographiques et pour plus de facilité d'exposition, nous traiterons de ce long diverticule en même temps que du pays du Terrain Rouge d'An Chau. Jalonnant une liaison souterraine, apparaissent dans le pays de Lang Son, des affleurements de calcaires anthracolithiques. Le Trias a subi une énergique compression, il est fort plissé et, en plus d'un point, a glissé sur son *substratum*.

Le *pays du Terrain Rouge d'An Chau* se laisse mal séparer de celui de Lang Son, il est formé de Trias, supérieur en partie à celui des environs de Lang Son, mais il y a des récurrences de faciès très nombreuses. Très étendu, ce Terrain Rouge atteint à l'Ouest Thaï Nguyen et le Delta ; à l'Est nous le suivons jusqu'à la frontière, depuis le Mau Son, qu'il constitue, jusqu'à Binh Lieu ; il s'arrête de ce côté à la masse rhyolitique de l'arc de Moncay. A l'Ouest d'An Chau, il s'arrête à peu près au Song Luc Nam au Sud duquel apparaissent les grès et poudingues du Rhétien ; ceux-ci, aux environs d'An Chau, franchissent cette rivière et recouvrent le Terrain Rouge ; dans la dépression d'An Chau affleure, du reste, un faciès lacustre du Trias. A l'Est d'An Chau, le Terrain Rouge s'étend vers le Sud-Est jusqu'à Tien Yen. Aux environs de Pho Ba Ché, apparaissent des rhyolites et la limite devient aussi délicate que vers Lang Son.

Tout ce pays forme en gros une aire synclinale. En s'éloignant du Bac Son, on rencontre du Trias et des rhyolites en concordance avec le Primaire ; le Terrain Rouge schisto-gréseux apparaît, concordant aussi, avec des récurrences du faciès schisteux précédent ; une série d'anticlinaux et de synclinaux apparaît ensuite. La dépression de Loc Binh

renferme des schistes bitumineux et des lignites néogènes, un chapelet d'affleurements le long du Song Ky Cong les prolonge au delà de Lang Son. Le pays du Terrain Rouge est difficile à étudier parce que ce faciès se retrouve au-dessus des poudingues et du houiller rhétiens, il peut être parfois confondu avec le Néogène de Loc Binh qui a souvent la même couleur brun lie de vin. Lorsque deux terrains rouges anté-houiller et post-houiller sont en contact, on ne peut pas les limiter. Les grès accompagnant les poudingues rhétiens sont eux-mêmes difficiles à séparer de ceux du Terrain Rouge d'An Chau.

La formation de poudingues et de schistes houillers du Rhétien constitue une longue bande littorale de Pointe-Pagode à Kébao, le Dong Trieu, les bassins de Hongay et de Kébao ; au Nord, elle dépasse An Chau. Energiquement plissés, ils forment dans le Dong Trieu, des anticlinaux très accusés. Au Sud, ils sont limités par la grande bande de quartzites et de calcaires qui se voient aux environs d'Haïphong, dans les îles, à Hongay et qui forment la zone paléozoïque du littoral. Ce substratum apparaît encore suivant une droite parfaite, jalonnée de rochers calcaires que nous nommerons Calcaires de Port-Courbet, la rade de ce nom s'étendant au Sud ; des schistes et quartzites très laminés, des séricitoschistes, du Trias, apparaissent également sous le Rhétien.

L'arc de Moncay, bien que prolongeant celui du Dong Trieu, a une composition différente, des schistes un peu satinés y apparaissent aussi, le Trias y est très développé avec un faciès spécial de schistes rouges, de grès et poudingues, les rhyolites et microgranites couvrent une énorme surface ; ces terrains ont été fortement plissés et recouverts ensuite par un terrain rouge qui est ici d'âge rhétien et forme le long de la côte une bande continue de couches presque horizontales. A l'Est, apparaît du granite qui doit former en Chine un massif assez étendu. A l'Ouest, le pays de *Pho Ba Ché* bien séparé par le rebroussement de Tien Yen n'est qu'un prolongement des terrains de Moncay.

CHAPITRE III

REMARQUES SYNTHÉTIQUES PRÉLIMINAIRES

Avant d'aborder l'étude de la stratigraphie puis les descriptions régionales, nous pensons utile de donner au lecteur un fil directeur ; afin de rester dans le domaine des réalités, nous n'y ferons plus allusion au cours de nos descriptions ; ce n'est qu'ensuite que nous reprendrons ces idées directrices, que nous les développerons et les discuterons. Nous croyons que le lecteur prévenu nous suivra plus facilement au milieu de la multiplicité des faits et que, déjà au courant de notre synthèse, il la jugera plus facilement au cours même de l'exposé des observations. Ce fil directeur sera une transposition d'une vue de Marcel Bertrand. Nous connaissons peu d'idées aussi fécondes que celles exprimées dans les quelques pages de sa note sur la structure des Alpes françaises et la récurrence de certains faciès sédimentaires ; ce sont de telles vues synthétiques qui montrent que, loin d'être un simple travail d'érudition, la géologie est vraiment une science.

Nous n'avons rien à dire du Cambrien et de l'Ordovicien qui sont très médiocrement représentés.

Les premiers mouvements orogéniques que nous constaterons sont hercyniens, la masse des calcaires ouraliens et permien reposant en discordance sur le Dévonien. Celui-ci peut justement en gros être comparé aux terrains de même âge des Ardennes, dans le Bac Son, à ceux de Bohême, dans le Pays de Quang Co.

Mais les principaux mouvements reconnus dans le Sud-Est du Tonkin sont d'âge rhétien. Ceux du Carbonifère ont dû avoir une amplitude moindre, si bien qu'ils sont peut-être comparables aux plissements crétacés des Alpes.

C'est au Trias et au Rhétien que les idées de Marcel Bertrand vont trouver leur extension.

Le Trias inférieur fait suite en concordance au Permien, puis des émergences locales se produisent, de grosses masses de rhyolite s'épanchent ; enfin un complexe schisto-gréseux se dépose, il atteint une grande épaisseur ; cette formation est un flysch ; et en raison de sa richesse en roches éruptives, c'est au flysch de la chaîne hercynienne, au Culm, que nous la comparerons. Elle jouera au point de vue tectonique, le

même rôle que le flysch, elle supportera les nappes qui pourront la traîner à la surface des calcaires anthracolithiques.

C'est après la mise en place des nappes que se déposeront au Rhétien, la formation houillère grossièrement détritique puis le Terrain Rouge schisteux et gréseux. Nous retrouverons donc la molasse et le Terrain Rouge des chaînes comparées par Marcel Bertrand.

Des plis affecteront ce Rhétien, mais ils seront bien moins importants et la mer ne reviendra plus sur ces régions, il ne se déposera plus que des formations lacustres au Néogène. En étudiant les nappes nous trouverons des schistes satinés, sériciteux, des calcaires souvent schisteux, des roches métamorphiques ; nous les assimilons aux Schistes lustrés. Nous attribuons ces schistes et calcaires, en partie au moins, au Dévonien ; peut-être proviennent-ils d'une région où les mouvements hercyniens ont été moins intenses.

Les nappes ne sont conservées que dans la partie Nord-Ouest des pays étudiés, mais elles se sont étendues bien plus au Sud, nous trouverons l'indice de dislocations tangentielles jusqu'au littoral. La région constituée par les terrains autochtones, avec ses plis plus réguliers, parfois renversés, serait comparable au Subalpin, mais en raison de l'action des nappes, c'est aux régions préalpines qu'il faudrait les comparer, cependant l'avant-fosse nous est inconnue.

Dès que nous avons connu les faciès du Sud-Est du Tonkin, ces conceptions synthétiques nous sont revenues continuellement à l'esprit. Nous avons réagi pour éviter l'aveuglement par une idée préconçue. L'application des vues de Marcel Bertrand au Tonkin s'est finalement trouvée vérifiée.

Nous verrons, en terminant, que les homologues entre les différents faciès des chaînes de montagne doivent être appliquées avec un certain battement grâce auquel on peut admettre l'*unité* de plan dans les phénomènes orogéniques.

DEUXIÈME PARTIE

STRATIGRAPHIE (1)

Il nous est nécessaire, avant d'aborder l'étude détaillée des éléments distingués plus haut, d'établir la succession des terrains rencontrés.

Rappelons que le pays est dépourvu de carrières et couvert, les gisements fossilifères et les pendages sûrs sont rares et, même dans les régions favorisées, ceux-là trop espacés les uns des autres pour permettre d'établir une fine stratigraphie. Nous ne pouvons pas espérer obtenir une succession complète des horizons. La série à laquelle la prudence nous oblige de nous tenir, sera heureusement très suffisante pour l'étude géologique du pays.

(1) L'étude des fossiles dont il va être question a fait l'objet d'une publication spéciale [Patte. — 1926]. Les gisements fossilifères seront désignés par un numéro qui permettra de retrouver dans cette étude tous les détails s'y rapportant.

CHAPITRE PREMIER

CAMBRIEN

Le Cambrien est, à *notre connaissance*, bien mal représenté dans le Sud-Est du Tonkin. Le seul gisement fossilifère se trouve à 10 kilomètres environ au Sud-Ouest de Na Ri près de la route de Cho Moi, dans le ruisseau de Mo Dong. Il s'agit de grès plus ou moins schisteux facilement divisibles en feuillets, riches en muscovite suivant certains lits ; le microscope montre un peu de plagioclase et de calcite. Ces grès sont souvent brun lie de vin, mais peuvent être gris ou gris verdâtre ; les teintes s'allient parfois sur le même échantillon.

Les seuls restes organiques sont des *Planolites* bien conservés en relief à la surface de certains lits.

Ces *Planolites* sont identiques à des types figurés par Walcott, du Cambrien de Chine et d'Amérique, et, ce qui est plus intéressant, à des échantillons rapportés du Yunnan par M. Mansuy.

Nous n'aurions pas osé nous baser sur ces empreintes vermiformes d'aspect si peu caractéristique si nous n'avions pas eu comme élément de comparaison les échantillons de Lou Fong Tsouen (Yunnan) ; non seulement il y a parfaite identité de forme des fossiles, mais encore le faciès lithologique est rigoureusement identique ; ce sont les mêmes grès plus ou moins schisteux, avec surfaces de séparations lisses et bosselées, gris verdâtre, parfois rougeâtres ; on ne saurait vraiment pas séparer les deux lots d'échantillons.

Etant donné la proximité relative de cette province chinoise et la parfaite identité, on ne saurait faire de nos grès à *Planolites* autre chose que du Cambrien.

M. Deprat [1912-1. — pp. 51-52] a décrit le Cambrien de Lou Fong Tsouen comme une succession comprenant des grès à bancs calcaires, des schistes bariolés, des grès schisteux avec lits psammitiques, des argiles bariolées rouges et vertes. Les *Planolites* sont signalés avec *Redlichia sinensis* Walcott dans les grès schisteux à lits psammitiques. Ces *Redlichia* se trouveraient au même niveau que les *Planolites* mais on les recueillerait toujours dans les grès sableux, jamais dans les lits

argilo-schisteux (1). M. Mansuy nous dit aussi [1912-1. — p. 19] à propos du Cambrien à *Planolites* de Lou Fong Tsouen, que les couches sont, surtout dans les parties gréseuses, pétries de débris de Trilobites.

Dans ces conditions, nous pouvons rapporter nos grès au Cambrien inférieur, terme jusqu'à présent inconnu au Tonkin [Mansuy. 1919-11].

On doit rapporter au même étage, une série assez épaisse d'ardoises noires avec bancs gréseux, comprise entre deux affleurements de grès à *Planolites*.

Dans le prolongement de ces couches, à 8 kilomètres au Sud-Ouest, nous avons retrouvé une formation schisteuse, micacée, lie de vin. Ce sont les seuls affleurements que nous connaissions.

Ils sont tous situés juste au-dessous d'une nappe charriée et appartiennent à une série paléozoïque avec renversement ; les rapports du Cambrien avec les autres terrains du Paléozoïque inférieur sont inconnus. Il est cependant intéressant de constater que c'est dans le prolongement, à 9 kilomètres seulement de ce gisement, que M. Giraud a découvert l'Ordovicien supérieur de Na Yan à *Climacograptus* (2).

Il faut, enfin, signaler que l'on pourrait parfaitement, en se basant sur sa coloration, confondre cette formation avec le Terrain Rouge du Trias ou du Rhétien ; sans la découverte des *Planolites*, nous aurions peut-être commis cette erreur.

(1) Ailleurs, [p. 50] M. Deprat signale des psammites rouges et jaunes à *Redlichia sinensis*.

(2) Signalé alors comme Gothlandien.

CHAPITRE II

ORDOVICIEN

Cet étage est connu de deux points situés sur la feuille de Pho Binh Gia.

I. — Schistes à *Calymmene* de Nam Mo

Un premier gisement découvert par M. Mansuy affleure sur quelques cents mètres le long du chemin de Dinh Ca à Trang Xa au niveau de Nam Mo, il est constitué par des schistes très altérés que leur faciès ne distinguerait pas du Dévonien voisin. M. Mansuy signalait [1919-11. p. 23] *Calymmene Douvillei* Mansuy, espèce voisine de *C. nivalis* Salter de l'Ordovicien himalayen. Cette espèce appartient à un phylum assez différencié du genre pour que son attribution à l'Ordovicien soit naturelle, mais sa plus forte taille aurait pu autoriser à la considérer comme plus récente, elle est triple.

Un Brachiopode qui les accompagne, avait bien été comparé par M. Mansuy à *Rafinesquina umbrella* Salter, espèce ordovicienne de l'Himalaya, mais cette comparaison n'avait guère de valeur au point de vue stratigraphique.

Nous avons heureusement retrouvé à Nam Mo ces fossiles avec d'autres formes siluriennes qui nous permettent de dresser la liste suivante :

Bythotrephes cf. *gracilis* Hall
Climacograptus sp. aff. *C. Wilsoni* Lapworth (rare, deux échantillons)
Pyrocystis (?)
Crinoïde
Bryozoaire (?)
Orthis sp.
Plectambonites cf. *detrita* Salter
Rafinesquina sp.
Trinucleus ou *Ampyx*
Ampyx nov. sp. aff. *A. Portlocki* Barrande
Ogygites cf. *birmanicus* Reed
Ogygites (?)
Calymmene Douvillei Mansuy
Cheirurus mitis Salter
Acidaspis sp.
Bellerophon sp.
Sinuities sp.
Nucula sp.

Il s'agit donc, d'une façon absolument certaine, d'Ordovicien. Pouvons-nous en fixer le niveau ?

Bythotrephes gracilis Hall est une espèce du Calcaire de Trenton, mais nous ne pouvons pas faire état de cette algue qui ne se prête d'ailleurs qu'à une comparaison.

Climacograptus Wilsoni Lapworth se trouve à la base du Caradoc dans la zone à *Dicranograptus Clingani*.

Les affinités d'un Trilobite avec *Ampyx Portlocki* font encore songer au Caradoc.

Ogygites birmanicus Reed est signalé des Hwe Mawng beds des Etats Shans, ces couches ne sont parallélisées que dubitativement avec la partie supérieure de l'étage de Naunkangyi qui est le terme moyen de l'Ordovicien birman et que M. Haug rapproche de l'Ordovicien inférieur des Provinces Baltiques.

Calymmene Douvillei Mansuy présente d'étroites affinités avec *C. nivalis* Salter, provenant du second des cinq étages reconnus dans l'Ordovicien de l'Himalaya, et avec sa variété *birmanica* Reed, des couches inférieures et supérieures de Naungkangyi, étage de Birmanie dont nous avons parlé au sujet de *Ogygites birmanicus* ; mais, avons-nous fait remarquer, la taille presque triple de *Calymmene Douvillei* pourrait faire supposer qu'il s'agit d'un représentant plus évolué du phylum.

Cheirurus mitis Salter, le seul fossile déterminé rigoureusement, provient justement de ce second étage de l'Ordovicien de l'Himalaya.

Les autres fossiles ne permettent aucune comparaison utile.

Cowper Reed a parallélisé l'ensemble de l'Ordovicien de l'Himalaya avec l'Ordovicien moyen de l'Amérique du Nord ou Mohawkien, mais il fait remarquer que la grande majorité des espèces himalayennes rappelle le groupe de Chazy considéré par d'autres auteurs comme Ordovicien inférieur, tandis qu'il n'y en a que peu de comparables aux formes du groupe de l'Hudson river (groupe de Lorraine). Le second terme de l'Ordovicien himalayen est donc peu élevé dans la série, ce qui concorde avec le parallélisme admis entre les Naungkangyi de Birmanie et l'Ordovicien inférieur des Provinces Baltiques.

C'est donc à un niveau très peu élevé de l'Ordovicien, qu'il convient de rapporter le gisement à *Calymmene Douvillei*.

Les Graptolithes sont rares à Nam Mo, nous n'en n'avons recueilli que deux spécimens dont un seul utilisable. Les Trilobites sont très abondants.

Un niveau ne nous a donné que :

Plectambonites sp. aff. *P. himalensis* Salter var. *repanda* Salter,

espèce appartenant dans l'Himalaya au même horizon que *Cheirurus mitis* et *Calymmene nivalis*.

Nous ne connaissons pas les relations exactes de cet Ordovicien et des autres termes du Paléozoïque inférieur. Le chemin de Trang Xa à Dinh Ca permettrait de dresser avec assez de précision la coupe des environs de Nam Mo si les terrains rencontrés pouvaient être bien datés. M. Giraud [1918. — p. 9. fig. 1] a déjà dressé le long de ce chemin une coupe que nous sommes obligé de modifier entièrement. Cet auteur a figuré l'Ordovicien comme apparaissant à la faveur d'un anticlinal régulier dont les relations avec le Trias sont d'ailleurs incompréhensibles. Nous avons été nous-même tenté de considérer comme du Trias ou comme du Rhétien, les terrains rouges rencontrés entre Trang Xa et Dinh Ca, mais nous avons été ensuite amené à constater que ce faciès peut se rencontrer à divers niveaux du Paléozoïque inférieur, dans le Cambrien par exemple ; s'il nous est aisé de critiquer la coupe de M. Giraud, il nous est difficile d'en dresser une exacte, celle que nous donnons est hypothétique.

Des formations schisto-gréseuses avec quelques poudingues s'observent de Dinh Ca à Lang Den. M. Giraud les tenait pour triasiques. Nous n'avons plus aucune raison de les considérer comme telles, et par analogie avec ce que nous avons observé en d'autres points du Bac Son où apparaissent les terrains anté-carbonifères, nous les considérons au contraire comme paléozoïques, mais il nous est impossible, faute de fossiles, de distinguer ce qui peut revenir au Dévonien, au Silurien et au Cambrien.

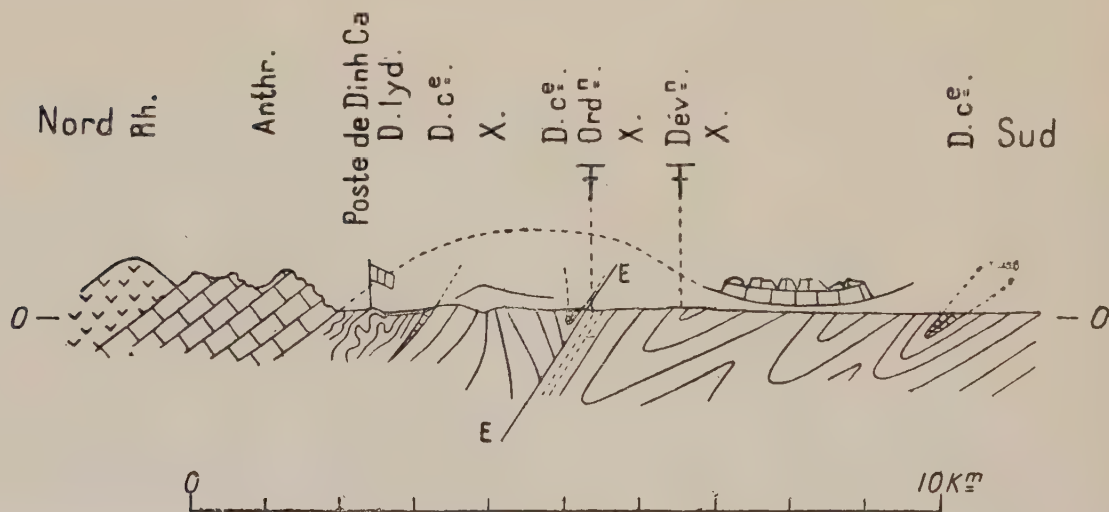


FIG. 2. — Coupe hypothétique passant près de Nam Mo

Légende : Rh. = Rhyolites ; Anthr. = Anthracolithique ; D. lyd. = Lydiennes dévoniennes ; D. Ce = Calcaires noirs dévoniens ; X = Paléozoïque d'âge indéterminé ; Ordⁿ = Ordovicien ; Déva = Schistes dévoniens fossilifères ; E. E. = Faille avec étirement.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000.

Les schistes fossilifères ordoviciens sont visibles à cent mètres au Nord de la bifurcation du sentier de Na Dong, ils s'étendent sur une longueur de 300 mètres en allant vers Dinh Ca ; ils sont peu ou point gréseux, altérés en jaune ou rose clair, parfois rougeâtres ; en certains points, on ne trouve guère que des Gastropodes, en d'autres que des Brachio-podes ; il y a sans doute plusieurs niveaux différents. Au Nord, ils supportent en discordance tectonique un complexe schisto-gréseux avec schistes lie de vin. A l'Ouest près du village de Nam Mo, existe un peu de calcaire noir attribuable au Dévonien. Au Sud, en passant le gué du sentier de Nam Mo, on observe des schistes jaunes, rougeâtres de faciès ordovicien, ils pendent de 70° vers le N. N. N. W. et reposent sur des schistes gréseux brun lie de vin, presque verticaux ; au Sud de Nam Mo, à l'Ouest du chemin de Dinh Ca, se trouvent de véritables grès parfois lie de vin. Tous les terrains rencontrés plus au Sud jusqu'à Lang Den pendent vers le Nord ou une direction voisine, on rencontre successivement des grès, des calcaires argileux très écrasés (1) avec une petite intercalation de schiste lie de vin (30 cm.), des schistes lie de vin peu nets, des schistes fossilifères altérés jaune clair, enfin des schistes lie de vin. Plus au Sud ne se rencontre plus qu'un ensemble composé de ces schistes, de grès et de quelques poudingues.

Ces derniers schistes jaunes fossilifères contiennent des algues, de petits Ostracodes ovoïdes déformés et des plaques de poissons. M. Leriche, professeur de l'Université de Bruxelles, qui a bien voulu examiner nos récoltes, nous a assuré qu'il ne pouvait pas s'agir de Poissons ordoviciens. Nous n'avons donc point retrouvé le flanc Sud de l'anticlinal d'Ordovicien que figure M. Giraud, le pendage du Dévonien est d'ailleurs nettement de 45° vers le Nord, il est bien indiqué par les plans suivant lesquels sont couchés les fossiles.

L'Ordovicien doit être limité au Nord par une surface d'étirement ; au Sud, il repose par renversement sur le Dévonien ; nous considérons que les plis qui affectent le Paléozoïque inférieur sont dus à des mouvements hercyniens, mais ils ont pu s'ajouter à d'autres plus anciens.

Cette coupe ne nous permet pas de préciser les relations stratigraphiques de l'Ordovicien et des autres terrains, celles-ci pourraient peut-être mieux s'étudier à l'Est, vers Na Dong et Na Bor où il existe de nombreux gîtes fossilifères dévoniens, mais le pays est complètement couvert.

II. — L'Ordovicien de Na Yan.

Le mérite de la découverte du gisement de Na Yan, sur la route de Na Ri à Pho Binh Gia, revient à M. Giraud. Le gîte très peu étendu est formé de schistes noirs charbonneux renfermant d'après M. Mansuy :

(1) Ces calcaires gris jaunâtre nous paraissent fort anciens, de semblables s'observent non loin du gisement cambrien du ruisseau de Mo Dong.

Climacograptus sp.

Dictyonema sp.

Orthis sp.

Le premier Graptolithe est extrêmement abondant ; il était le seul à avoir permis des comparaisons, elles étaient avec *C. scalaris* Hisinger, espèce écossaise connue depuis l'Ordovicien supérieur et s'élevant dans le Gothlandien jusque dans la zone à *Monograptus Sedwicki*. En réalité, cette comparaison ne peut pas être soutenue ; il y aurait plutôt affinité avec *C. latus* Elles et Wood, espèce de la zone à *Dicellograptus anceps*, c'est à dire de l'Ordovicien le plus élevé, mais tout rapprochement nous paraît hasardé.

Nous avons trouvé un *Orthoceras* comparable sinon identique à *O. arcuoliratum* Hall, espèce du Calcaire de Trenton, c'est-à-dire encore ordovicienne, mais nous ne voulons pas faire état de ce fossile qui est assez mal conservé.

Nous donnerons ultérieurement une coupe des environs de Na Ri. Nous ne serons pas plus heureux que pour l'Ordovicien de Nam Mo, nous ne pourrons pas établir les relations stratigraphiques des schistes de Na Yan et des autres couches, les dislocations tectoniques l'interdisent ; nous sommes à ce sujet complètement d'accord avec M. Bourret. Ici encore, l'Ordovicien paraît renversé sur le Dévonien.

Quelques 200 mètres à l'Est du gisement découvert par M. Giraud, nous avons trouvé des schistes non charbonneux contenant :

un Graptolithe indéterminable, *Climacograptus* (?)

Discina sp.

Orthosidé

Orthoceras sp.

Agnostus sp. aff. *A. perrugatus* Barrande

une glabellule d'un autre Trilobite tout à fait typique

Remopleurides sp.

et de nombreux Ostracodes.

Le genre *Remopleurides* Portlock n'est connu que de l'Ordovicien (1), et le genre *Agnostus* ne dépasse pas cet étage. Ceci confirme l'attribution des schistes précédents à *Climacograptus*, à l'Ordovicien, ces schistes paraissent en effet appartenir à la même série ; si notre hypothèse du renversement du Silurien est bien exacte, les couches à *Remopleurides* seraient plus récentes que celles à *Climacograptus*.

(1) Cependant Frech [1897. — p. 63, note 4] signale comme tout à fait exceptionnel le fait que Lindström aurait observé ce genre dans le Silurien supérieur de Gothland. *Remopleurides* n'en reste pas moins une forme presque exclusivement ordovicienne, montant d'ailleurs très haut dans le Caradoc (couches à *Trinucleus seticornis*, sensiblement équivalentes des couches à *Climacograptus bicornis*) [Frech ibid. — p. 72]. A ce niveau se rencontrent également encore des *Agnostus*.

Il semble qu'il ne s'agisse que d'un horizon différent, caractérisé par la rareté des Graptolithes et l'abondance des Entomostracés, en effet, le *Climacograptus* (?) ne diffère peut être pas des Graptolithes du premier gisement et l'Orthocère est très voisin de l'*Orthoceras* cf. *arcuoliratum* sinon identique.

Entre ces deux gisements, à moins de 50 mètres du dernier, nous avons trouvé des restes d'un petit Trilobite.

Il s'agit dans ces différents gisements, d'une faune pygmée, microscopique, l'Orthocère lui-même est de petite taille.

III. — Indications erronnées.

M. Mansuy [1908. — p. 19] a déterminé comme *Orthis budleighensis* Davidson, des Brachiopodes recueillis à Cho Moi par M. Bouvier ; nous avons retrouvé ce gisement, la présence du genre *Spirifer* interdit de l'attribuer à l'Ordovicien.

CHAPITRE III

GOTHLANDIEN

Il y eut, au début des premières recherches suivies sur la géologie de l'Indochine, une tendance à ranger dans le Gothlandien beaucoup de formations dévoniennes. Hâtons-nous de dire que bien des fossiles souvent mal conservés, appartenant à des genres peu caractéristiques, peuvent être attribués aussi bien au Gothlandien qu'au Dévonien, mais que cependant, avec beaucoup d'attention et de prudence, on peut arriver à utiliser assez bien les ensembles.

Sur les conseils de M. Charles Jacob, nous avons entrepris, au début de notre séjour en Indochine, une révision de ces gisements attribués au Silurien. Aucun ne peut y être maintenu, beaucoup doivent être placés dans le Dévonien. M. Mansuy dans son catalogue général [1919] avait, d'ailleurs, à peu près achevé le travail d'épuration du Gothlandien. Pour la région qui nous concerne, il n'y avait maintenu, en plus des schistes à Graptolithes de Na Yan, que les schistes du Deo Ro, les schistes et calcaires de Van Lang, les schistes de Van Linh et de Lang Nac.

Les schistes voisins de la mine du Deo Ro que M. Mansuy considère comme vraisemblablement gothlandiens ont donné *Spirifer* cf. *plicatellus* Linné, ce Brachiopode non figuré est indéterminable ; il existe de plus, dans les collections du Service un *Spirifer speciosus* auct. étiqueté comme du même gisement et qui ne saurait être attribué au Silurien.

Les schistes de Van Lang auraient donné :

Alveolites sp. (1)

Orthis Lewisii Davidson

Spirifer sulcatus Hisinger.

Ces deux Brachiopodes sont mal conservés, on ne peut pas en faire état.

Les calcaires de Van Lang renfermeraient d'après M. Mansuy :

Heliolites megastoma Milne Edwards et Haime (= *H. decipiens* Mac Coy) (2)

Plasmopora sp.

Favosites cf. *aspera* d'Orbigny

F. gothlandica Lamarck (3).

(1) D'après les collections du Service.

(2) *H. megastoma* M. Edwards diffère de *H. megastoma* (*Palaeopora megastoma*) Mac Coy et se rapproche de *H. decipiens* Mac Coy, mais en diffère toutefois si les coupes verticales sont bien exactes.

(3) H. Mansuy [1913. — I].

Heliolites megastoma monterait du Silurien dans le Dévonien inférieur de Néhou ; personnellement, nous considérons cet échantillon comme intermédiaire entre *Heliolites interstincta* du Silurien, à calices plus petits, et *H. porosa* du Dévonien, à intervalles plus grands entre les calices (1).

Nous ne saurions comparer le premier *Favosites* à *F. aspera* ; le diamètre des calices est de 3 millimètres dans cette espèce, d'un demi-millimètre dans celle de Van Lang. Quant à la forme *Favosites gothlandica*, elle est difficile à distinguer de *F. Goldfussi* du Dévonien, espèce à laquelle sont rapportés maintenant les *Favosites* du Tonkin primitivement attribués à *F. gothlandica* [Frech. 1911. — p. 19].

Les calcaires de Van Lang ne peuvent, pas plus que les schistes, être attribués au Gothlandien ; il paraît rationnel de les considérer comme dévoniens au même titre que les formations de même faciès de la région.

Les schistes de Van Linh, ou plus exactement du 4^e kilomètre de la route allant de ce poste à Thanh Mỗ, ont donné à Counillon des fossiles décrits comme

Spirifer bijugosus Mc Coy

Strophomena bacsonensis Mansuy.

Nous avons, à la suite d'une étude minutieuse, rejeté la détermination *Spirifer bijugosus* et l'avons remplacée par celle de *S. bifidus* Roemer var. *aspera* Scupin ; l'espèce et sa variété appartiennent en Europe au Frasnien.

Strophomena bacsonensis, espèce nouvelle connue seulement par une valve dorsale, ne se prête à aucune comparaison utile.

Le prétendu Gothlandien de Van Linh doit être classé dans le Dévonien.

Quant au Gothlandien de Lang Nac, établi d'après un seul fossile recueilli par M. Deprat, il nous étonnait beaucoup ; sa présence était tout à fait étrange dans cette région triasique, séparée des affleurements anté-carbonifères par la masse continue des calcaires anthracolithiques, mais, comme nous le verrons, le Permien se termine à Lang Nac par un épisode de lydiennes fossilifères et celles-ci rappellent tout à fait la gangue de *Strophomena Deprati*, or une revision paléontologique nous a fait attribuer ce Brachiopode au genre *Streptorhynchus* ; il présente des affinités avec des genres carbonifères ou permien. Le classement de ce fossile dans le Permien de Lang Nac nous paraît autorisé, son attribution au Gothlandien est en tous cas interdite au point de vue paléontologique (2)

Quant aux schistes de Na Yan, nous avons vu qu'ils doivent être rangés dans l'Ordovicien.

(1) D'après Milne Edwards et Haime [British Corals].

(2) M. Mansuy disait d'ailleurs qu'il n'attribuait « *Strophomena Deprati* » au Gothlandien qu'avec le plus grand doute [1919. — p. 32].

CHAPITRE IV.

DÉVONIEN

Le Dévonien a une grande importance dans l'Est du Tonkin, il forme la totalité des terrains inférieurs aux calcaires anthracolithiques si l'on fait abstraction des trois exceptions si peu étendues du Cambrien du ruisseau de Mo Dong, de l'Ordovicien de Nam Mo et de Na Yan et de terrains d'âge indéterminé.

Nous ne pourrons malheureusement en donner qu'une stratigraphie assez sommaire.

1. — Historique.

Nous devons tout d'abord faire un peu l'historique de la question. Au début des premières recherches paléontologiques et géologiques, quelques erreurs de détermination imputables en majeure partie à la mauvaise conservation des fossiles et à une insuffisance de documentation, amenèrent à considérer comme Gothlandien une part importante du Dévonien.

Un des niveaux les plus abondants, un des horizons typiques du Tonkin, affirmait Zeil avec juste raison, est celui dit des Schistes à *Spirifer* : la présence de *Spirifer speciosus* auct. non Schlotheim n'avait pas été reconnue, ce Brachiopode avait reçu un nom nouveau, *S. tonkinensis* Mansuy (1) [Mansuy. 1908] ; plus tard, M. Mansuy pressentit l'affinité de cette forme avec différentes espèces dévoniennes, mais ce fut Frech [1911. — p. p. 19 sqq.] qui, d'après les échantillons conservés à l'Ecole des Mines, reconnut l'existence de *Spirifer speciosus*, nous avons repris cette comparaison et concluons, comme ce paléontologue, à l'identité de *S. tonkinensis* Mansuy et de *S. speciosus* ; en outre, la variété étroite, *S. speciosus* var. *tonkinensis* que M. Mansuy crut devoir maintenir, ne diffère nullement de la variété européenne *intermedia* de Schnur.

Le lecteur qui confrontera les travaux anciens et récents ne devra donc pas s'étonner s'il ne voit pas ceux-ci signaler de Silurien hors des petits gisements précités. M. Mansuy dans son précieux catalogue

(1) Malgré cela, on ne comprend pas, en présence des genres *Spirifer* et *Calceola*, le mobile qui poussa M. Deprat à en faire de l'Ordovicien.

[1919] a, sauf les quelques rectifications que nous avons apportées lors de l'étude du Silurien, parfaitement remis les choses au point. Les termes que ce paléontologue a distingués pour les pays qui nous concernent sont les suivants :

- A) Schistes à *Chonetes Zeili* de Pien Doc (feuille de That Khé), à
Chonetes Zeili Mansuy
Orthothetes (Hipparionyx) Lantenoisi Mansuy.

Ces deux espèces caractériseraient un horizon du Dévonien inférieur.

- B) Schistes, calcaires et calcschistes à *Spirifer speciosus*, *Calceola sandalina*..... de Van Linh, Thanh Mỗ, Mo Nhai, Lang Ca, Lang Den, Na Dong, Na Bor etc... feuille de Pho Binh Gia.

Les fossiles signalés comme provenant de la feuille de Pho Binh Gia sont :

- Orthothetes* cf. *umbraculum* Schlotheim
Stropheodonta annamitica Mansuy
S. orientalis Mansuy
Spirifer speciosus Schlotheim (1)
S. speciosus mut. *tonkinensis* Mansuy
S. subcuspidatus Schlotheim var. *alata* Kayser
Pterinea mielensis Mansuy (2)
Sphenotus vanlinhensis Mansuy.

M. Mansuy met en évidence les affinités prédominantes de cette faune avec l'Eifélien de l'Europe occidentale.

- C) Calcaires à *Rhynchonellidae* et Ptéropodes de Pa Pei, Cu Lé, Yen Lac (feuille de That Khé).

M. Mansuy réunit dans ce paragraphe, les calcaires de Pa Pei à

- Orthothetes umbraculum* Schlotheim
Spirifer cf. *undiferus* Roemer
Rhynchonella (?) *yunnanensis* de Koninck
R. cf. *parallelipeda* Bronn
R. procuboides Kayser
Tentaculites cf. *subcochleatus* Sandberger,

les calcaires de la région de Yen Lac à *Rhynchonella procuboides* Kayser var. *lungtungpeensis* Kayser,
et la formation du Cu Lé à *Styliola clavulus* Barrande.

Ce terme synthétique est considéré comme eifélien par M. Mansuy [1919. — p. 3.]

- D) Dans le supplément à son catalogue, M. Mansuy [1919. — p. 10] a signalé la découverte par M. Bourret du Dévonien supérieur à Phieng Dia (feuille de Cao Bang) avec

(1) C'est en réalité *Spirifer speciosus* auct. non Schlotheim.

(2) Voir les remarques au sujet de cette appellation dans notre étude paléontologique.

Spirifer Bourreti Mansuy
Athyris globularis Mansuy
Rhynchonella (*Camarotoechia*) *letiensis* Gosselet var. *orientalis* Mansuy
Rhynchonella (*Camarotoechia*) cf. *Omaliusi* Gosselet
Paracyclas sp.

Ces groupements ont été établis et classés par M. Mansuy en se servant uniquement de l'argument paléontologique.

Une année auparavant, M. Giraud [1918] avait tenté une coordination des indications de la paléontologie et des renseignements fournis par l'étude sur le terrain. En ce qui concerne la feuille de Pho Binh Gia, cet auteur a tout d'abord cherché à distinguer de nombreux termes [p. 29 sqq.] et a fourni des successions détaillées qui seraient observables en quelques localités. Nous croyons devoir rappeler les difficultés d'observation que l'on rencontre dans l'Est du Tonkin ; il nous paraît absolument impossible d'établir des successions aussi détaillées, nous sommes forcés de les rejeter. En ce qui concerne les régions de Mo Nhai et de Van Linh, nous sommes en désaccord réel avec M. Giraud ; ailleurs, ce sont des observations négatives, non des résultats positifs, que nous lui opposons. Les conclusions auxquelles nous arriverons seront beaucoup plus modestes.

Du reste M. Giraud [ibid. pp. 34-35] cherchant ensuite à établir une échelle stratigraphique plus générale, nous paraît moins imprudent en ne conservant que cinq termes pour le Dévonien. La série serait la suivante :

1°) La série schisteuse ou schisto-calcaire de Na Bor, Lang Den, Van Linh à

Spirifer tonkinensis Mansuy
Sp. dongvanensis Mansuy
Sp. bijugosus M. Coy
Stropheodonta annamitica Mansuy
Chonetes Lacroixi Mansuy.

2°) La série schisto-calcaire inférieure de Na Man, Khao Yeng à

Chonetes Lantenoisi Mansuy
C. indosinensis Mansuy
Spirifer crispus Hisinger
Proetus namanensis Mansuy.

3°) La série schisto-calcaire supérieure qui pourrait être réunie à la précédente, de Kim Lu, Na Ché et probablement aussi de Na Ca à

Rafinesquina Douvillei Mansuy
R. orientalis Mansuy
Phtonia sp.
Chonetes Lantenoisi Mansuy
Plectambonites yenlacensis Mansuy.

4°) La série des schistes terreux et des calcaires de Na Sat, Tien Tieu, avec

Rhynchonella cf. *sphaerica* Sowerby

Leiorhynchus sp.

Athyris concentrica v. Buch

Lingula cf. *Sysmondi* Salter

Modiolopsis prosinuata Mansuy

Hyolites sp.

Styliola cf. *fissurella* Hall

enfin 5°) la série calcaire supérieure à

Rhynchonella yunnanensis etc... de Pa Pei

Calceola sandalina de Ngan Son.

M. Giraud incline déjà à classer les couches à *Spirifer speciosus* (= *S. tonkinensis*) dans le Dévonien, mais il en ferait du Dévonien inférieur.

II. — Recherches personnelles.

Nos recherches sur le terrains nous ont permis les observations suivantes.

A. — Dévonien du Bac Son.

Les schistes à *Spirifer speciosus* sont peut-être la formation la plus abondante, mais des calcaires y sont interstratifiés, ceux-ci sont toujours noirs.

Au Nord-Ouest du village de Na Bor (F. 27) une intercalation calcaire épaisse probablement de 5 mètres s'observe très nettement dans des schistes à

Spirifer cf. *speciosus* auct.

Stropheodonta sp. aff. *S. inaequistriata* Conrad et *S. concava* Hall.

Les schistes peuvent être parfois un peu gréseux. A partir du kilomètre 8,300 de la route de Van Linh à Thanh Mõï nous avons observé la succession suivante, notée de bas en haut.

1°) Grès gris sale

2°) Schistes

3°) Calcaires gris noir

4°) Schistes à *Spirifer speciosus* auct. etc.....

Nous avons de plus remarqué plusieurs fois la superposition de calcaires noirs à phanites aux schistes à *Spirifer speciosus*.

La superposition aux schistes d'une masse calcaire importante, au-dessus de laquelle ils ne réapparaissent plus, s'observe également ; le contact direct est bien visible entre Na Lam et Len Oúi au pied du Kao Chan.

Au Sud du Bac Son, à l'Est de Kouan Phuc, la série est la suivante :

- 1°) Schistes
- 2°) Calcaires noirs au niveau desquels s'observent des débris de phtanites noirs.
- 3°) Calcaires anthracolithiques.

Plus au Nord, au Sud de Phuong Giao, on rencontre la suite de terrains que voici :

- 1°) Grès (blocs)
- 2°) Schistes à *Spirifer* cf. *subcompressus* Tschernyschew (= *S.* cf. *dongvanensis* Mansuy) (F. 464A)
- 3°) Calcaire schisteux gris foncé fossilifère (F. 464)
- 4°) Calcaire noir et phtanites.
- 5°) Calcaire anthracolithique.

Les pendages ne sont pas observables, mais cette succession est confirmée par les affleurements, relevés à l'Est de Phuong Giao sur le chemin de Xuat Tac :

Schistes blanc et bleu à *Spirifer speciosus* (F. 465).

{ Calcaire noir
{ Phtanites

Calcaire anthracolithique.

Est-il permis de rechercher des horizons différents dans les schistes à *Spirifer* ? Cette recherche est légitime ; les gîtes fossilifères, bien que fréquemment fort rapprochés, sont souvent bien différents par leur faciès et leur faune, tel gîte fournira des plaques couvertes de *Chonetes Zeili* Mansuy, tandis qu'à côté cette espèce manquera. Sur la route, de Van Linh à Thanh Mòi, les calcaires que nous avons signalés plus haut supportent des schistes fossilifères, un premier gisement (F. 443 A) à *Spirifer speciosus* auct. est très riche en *Chonetes Zeili* Mansuy, plus loin cette espèce manque (F. 443), on ne peut cependant pas affirmer qu'il s'agit de deux termes différents.

Les schistes contenant *Chonetes Zeili* Mansuy en abondance forment certainement un niveau spécial, nous en avons rencontré dans le Bac Son, à Kouan Djuong (F. 25) et à Lang Cuong (F. 460). Ces deux gisements offrent une analogie de faciès remarquable. Il semble que *Chonetes Zeili* Mansuy soit un fossile à assez grande extension verticale qui aurait pullulé à un certain niveau.

En comparant les faunes de ces divers schistes fossilifères, on ne peut relever aucune différence dans les conditions biologiques de leur dépôt.

Nous avons, lors de notre étude du Gothlandien, parlé de schistes attribués autrefois à cet étage par suite de la présence de *Spirifer bijugosus* Mac Coy ; une étude minutieuse nous a montré qu'il s'agit en réalité de *S. bifidus* Roemer var. *aspera* Scupin, ce qui, en Europe, indiquerait le Frasnien.

Le gisement découvert par Counillon au kilomètre 4 de la route de Van Linh à Thanh Mỗ, nous a donné les meilleurs échantillons de ce Brachiopode que nous avons trouvé également au Sud du poste de Mo Nhài. Le premier gîte est formé de schistes bleu et blanc, le blanc formant des taches vermiculées ; d'après son pendage cette formation supporte un petit affleurement de calcaire noir. Au Deo Ro, près de l'ancienne mine, nous avons observé ces schistes blanc et bleu, ils ne sont pas éloignés des calcaires noirs qu'ils supportent probablement, et contiennent *Spirifer speciosus* auct..

Nous avons signalé précédemment à l'Est de Phuong Giao, une position identique pour des schistes à *Spirifer speciosus* ; non loin de là, à l'Est de Xuat Tac, des schistes blanc et bleu à *Spirifer* occupent une position semblable par rapport aux calcaires noirs, mais il s'agit ici de *Spirifer* cf. *cabedanus* et de *S. sp. aff. S. bifidus* Roemer var. *aspera* Scupin. Les observations sur le terrain tendent donc déjà à nous faire considérer les schistes à *Spirifer speciosus* et ceux à *Spirifer bifidus* var. *aspera* comme deux termes à peu près, sinon complètement équivalents. Or, dans les collections du Service, figurent des *Spirifer speciosus* et des *Stropheodonta annamitica* Mansuy qui proviendraient du gîte fossilifère du kilomètre 4 de la route de Van Linh à Thanh Mỗ ; d'après la nature de la roche, il n'y a pas de doute à avoir sur la provenance de ces fossiles qui, en Indochine, se rencontrent souvent associés. D'ailleurs, un *Spirifer speciosus* avoisine sur une plaque un *Spirifer* ne paraissant pas différer de *S. bifidus* var. *aspera*. Au Sud du poste de Mo Nhài (F. 212), *Spirifer bifidus* var. *aspera* est associé encore à *Stropheodonta annamitica*, mais il s'agit ici d'un faciès gréseux un peu spécial où abondent des Tétracorallaires du genre *Zaphrentis*.

En passant, nous attirons l'attention sur *Stropheodonta annamitica* Mansuy, cette espèce que sa charnière crénelée et sa forme bilobée rendent extrêmement facile à reconnaître est caractéristique du Dévonien, elle paraît surtout abondante dans les couches à *Spirifer speciosus* auct. qu'elle accompagne presque toujours ; elle existe dans les schistes à *Chonetes Zeili* Mansuy de Kouan Djuong (F. 25) où *Spirifer speciosus* n'a pas été rencontré, mais nous avons vu plus haut ce qu'il faut penser de ces schistes à *Chonetes* et au kilomètre 8,690 de la route de Van Linh à Thanh Mỗ (F. 442) les trois espèces sont associées. Elle existe dans les calcaires à Capulidés du Pays de Quang Co (Coblencien).

Près de Mo Xat (F. 458), sont associés deux *Spirifer* comparés avec doute, l'un à *S. bifidus* var. *aspera*, l'autre à *S. speciosus*. De cet ensemble de faits, on peut conclure que les schistes à *S. bifidus* var. *aspera* ne sont pas distincts de ceux à *S. speciosus* où ils formeraient certains lits ou un horizon spécial.

Spirifer speciosus auct. est généralement considéré comme caractéristique de l'Eifélien, mais Scupin [1900. — p. 121] nous enseigne qu'il se rencontre dès le Coblencien (Zone à *Spirifer paradoxus*) et survit dans le Givétien (Calcaires à *Stringocephalus*). Il n'est donc pas étonnant de le

rencontrer associé à des faunes différentes. D'après les observations sur le terrain confirmées par les affinités paléontologiques, il semble que l'on puisse subdiviser les Schistes à *Spirifer speciosus* en :

- { 3. Schistes à *S. bifidus* Roemer var. *aspera* Scupin
- { 2. — à *S. speciosus* auct. s. str.
- { 1. — à *Chonetes Zeili* Mansuy.

A Oan Ha, au Nord du chemin de Dinh Ca à Pho Binh Gia, se voient des calcaires noirs avec quelques entroques, des Polypiers et Brachio-podes indéterminés, ils sont superposés à des schistes fossilifères à *Spirifer speciosus* auct. et pendent de 30° vers l'W. N. W. ; sur les pentes, au N. W. et au-dessus des calcaires on ne trouve plus que des lydiennes noires en débris, parmi ceux-ci nous avons recueilli un bloc à *Stromatopora concentrica* Goldfuss emend. Nicholson (F. 104), cet Hydrozoaire silicifié empâte des débris de calcaire noir. Cette espèce appartient, en Europe, au Dévonien moyen

Au Sud-Est de Xuat Tac, sur le chemin de Len Dan (F. 468), nous avons trouvé un morceau de schiste noir qui nous a donné

Spirifer ziczac Roemer (= *S. Bourreti* Mansuy)

? *Athyris globularis* Mansuy

Spathella (?) rappelant *S. ventricosa* Hall.

Spirifer Bourreti et *Athyris globularis* appartiennent à la faune des schistes de Phieng Dia que MM. Bourret [1922. — p. 98] et Mansuy sont d'accord à placer dans le Néodévonien, probablement le Frasnien. La révision, que nous avons entreprise depuis, nous a montré que *Spirifer Bourreti* Mansuy ne diffère pas de *S. ziczac* Roemer. Cette espèce se rencontre, d'après Roemer, dans la partie inférieure du Néodévonien (Iberger Kalk de Grund), d'après Scupin, dans des couches de même âge de Pologne et de l'Oural. Cette nouvelle détermination confirme les vues de M. Bourret.

Ces schistes de Xuat Tac sont les seuls que nous puissions rapporter au Dévonien supérieur, mais il s'agit d'un échantillon non en place, ses relations avec les autres terrains ne sont pas précisées.

Des calcaires à organismes rameux, confus, *Alveolites* (?), sont abondants en certains points par exemple autour de la boutonnière de Mo Nhài, tant à l'Est qu'à l'Ouest ; quelques uns paraissent bien dévoniens, mais des calcaires identiques à organismes semblables sont anthracolithiques, au Nord de Mo Nhài, un bloc nous a fourni une section de *Oldhamina*. L'attribution de ces calcaires à *Alveolites* (?) rameux reste donc la plupart du temps incertaine. Ils sont souvent près du contact du Dévonien et du Carbonifère ; au Sud de Van Linh, nous en avons vu dans cette position, mais à côté, des blocs de calcaire gris clair de type anthracolithique paraissent renfermer les mêmes organismes.

Enfin, il est une particularité à signaler dans les calcaires dévoniens, ils sont parfois charbonneux ; ainsi, les travaux de la mine de zinc de Lang Hit permettent d'observer un petit lit de charbon n'ayant que

quelques millimètres d'épaisseur. Dans le massif du Bac Son, aux environs de Trang Xa, nous avons observé des calcaires noirs charbonneux à *Spirifer speciosus* auct. (F. 722) ; enfin à Na Tian, à l'Est de Na Ri, certains calcaires noirs à *Favosites* (F. 755 A) se cassent suivant des surfaces d'écrasement charbonneuses. M. le Commandant Zeil [1907. — p. 7] avait signalé déjà un lit de houille de trois centimètres dans des calcaires dévoniens à Yen Lac.

Nous pouvons maintenant chercher à grouper les résultats que nous venons d'énumérer pour la seule région du Bac Son, nous obtenons la succession que voici.

FRASNIEN.....	5. — Schistes à <i>Spirifer ziczac</i> Roemer
	4. — Phtanites et calcaires à <i>Stromatopora concentrica</i> Goldfuss emend. Nicholson
EIFELIEN.....	3. — Calcaires noirs à Trétracoralliaires et Brachiopodes
	2. — Schistes à <i>Spirifer speciosus</i> avec niveaux calcaires, se subdivisant probablement en
	γ) Schistes et grès à <i>Spirifer bifidus</i> Roemer var. <i>aspera</i> Scupin
	β) Schistes à <i>S. speciosus</i> auct. s. str.
COBLENCIEN....	γ) Schistes à <i>Chonetes Zeili</i> Mansuy
?	1. — Grès.

Nous reproduisons ici le classement adopté par M. Bourret [1922. — p. 70] pour le Massif à l'Est de Cao Bang et la Fenêtre de Phieng Dia, il mérite d'être comparé au nôtre.

ÉTAGES	MASSIF A L'EST DE CAO-BANG	FENÊTRE DE PHIENG DIA
Dévonien supérieur (Frasnien ?)	Calcaires griottes, Schistes à Ptéropodes.	Schistes et calcaires de Phieng Dia.
Givétien . . .	Série de Ha Lang, Calcaires à <i>Stringocephalus Burtini</i> DeFrance.	
	Calcaires noirs dolomitiques avec récifs à Stromatoporidés.	
	Calcaires marneux.	
Eifélien. . .	Schistes à <i>Spirifer speciosus</i> .	
	Série du Bong Son.	
	Schistes inférieurs à <i>Spirifer crispus</i> . (1)	
(1) La révision des Spirifères que nous avons entreprise nous a montré qu'il s'agit de <i>Spirifer aculeatus</i> Schnur non de <i>S. crispus</i> Dalman.		

Nous avons volontairement laissé de côté jusqu'ici des terrains assez énigmatiques, qui apparaissent au milieu des boutonnières du massif du Bac Son. Ce sont des schistes souvent plus ou moins gréseux, des grès,

plus rarement des poudingues à petits éléments ; ces roches sont assez fréquemment brun rouge ou lie de vin.

Ces formations étaient réunies en 1907 par le Commandant Zeil sous le nom de « Schistes et grès du Système X » et placées tout à la base de la série sédimentaire ; mais ce géologue confondait sous la même rubrique les terrains des boutonnières du Bac Son et les schistes entourant ce massif, schistes dont l'âge triasique devait ensuite être établi. Plus tard, dans une carte restée inédite, le Commandant Zeil crut préférable d'attribuer non seulement le véritable Trias mais tous ces schistes et grès X au « Triaso-rhétien ». M. Giraud le suivit dans cette voie. Evidemment, la comparaison avec des termes mésozoïques de faciès voisin ou identique tend à les faire considérer comme tels. Mais nous verrons plus tard, en étudiant le Bac Son, comment leur situation rend très difficilement acceptable une pareille hypothèse.

Tandis que nous arrivions à préciser l'âge, tantôt dévonien, tantôt cambrien, de certains grès lie de vin, M. le Commandant Dussault voulait bien nous communiquer des poudingues trouvés en pleine série dévonienne dans la région de Van Yen, c'est-à-dire dans l'Ouest du Tonkin. Dès lors, il n'y avait plus aucune raison pour tenir comme caractéristiques, des faciès observables hors du Trias et du Rhétien. D'ailleurs, les poudingues recueillis dans le Bac Son ne sont pas identiques à ceux du Mésozoïque.

M. Bourret de son côté, a signalé sous les schistes fossilifères à *Spirifer speciosus* de l'anticlinal du Bong Son, des brèches de quartzite et des grès et schistes lie de vin à taches vertes accompagnés de vrais poudingues, ensemble qui constitue la « Série du Bong Son ».

Il est très vraisemblable que cette série a pour équivalent une partie des schistes non datés du Bac Son.

Nous n'avons pas trouvé personnellement de schistes à Ptéropodes à l'intérieur de ce massif, mais dans un catalogue des échantillons recueillis par M. le Commandant Zeil, nous avons relevé l'indication de deux gisements à Ptéropodes situés dans la région de Na Bor, Na Dong et Dinh Ca, l'un d'eux aurait donné des *Styliola* ; les indications de gisement sont peu précises, mais il semble bien que l'un d'eux soit très voisin des lydiennes du poste de Dinh Ca, que nous considérons comme un terme élevé de notre Dévonien. Il ne faut cependant pas oublier qu'il peut exister des Ptéropodes dans les schistes à *Chonetes Zeili* ; ceux de Kim Lu, conservés au Service géologique, nous ont montré des *Tentaculites* indéterminables spécifiquement (1) ; M. Mansuy [1916. II. — p. 56] en avait précédemment décrit *Styliola* cf. *fissurella* Hall (2).

(1) Leurs affinités sont d'ailleurs, au moins en partie, avec des formes givétiennes et frasniennes, *T. bellulus* Hall, *T. tragula* Wenjukoff.

(2) L'ouvrage cité indique Na Sat comme provenance, l'étiquette des collections porte Kim Lu ; il n'est pas permis de douter de l'origine commune de ces *Styliola* et des *Tentaculites*. Ces Ptéropodes y sont concentrés en nids.

L'adjonction de ces deux termes, l'un équivalent probable de la Série du Bong Son, l'autre, des schistes à Ptéropodes, rend encore plus complète la similitude de nos terrains dévoniens du Bac Son et de ceux étudiés par M. Bourret à l'Est de Cao Bang. Mais au sujet de l'âge des schistes à Ptéropodes nous ne sommes plus d'accord, nous discuterons bientôt cette question en étudiant le Dévonien de la vallée de Quang Co.

Les différentes séries de Dévonien que M. Bourret a observées dans les diverses régions qu'il a étudiées sont très inégales comme développement, elles sont plus ou moins complètes. Dans le massif du Bac Son, nous avons établi notre série sans tenir aucun compte des conclusions obtenues plus au Nord par notre collègue. Cette série est moins complète que celle du massif à l'Est de Cao Bang, nous n'avons pas de Givétien ; quant à notre Frasnien, il rappelle celui de la Fenêtre de Phiang Dia qui renferme le même *Spirifer*. Pour le reste, la concordance des conclusions de M. Bourret et des nôtres, établies avec un esprit d'indépendance absolue, est vraiment remarquable.

Nous sommes également d'accord avec la classification proposée par M. Mansuy telle que nous l'avons reproduite plus haut.

Nous avons préféré étudier isolément le Dévonien du Massif du Bac Son ; il nous reste à étudier celui du pays de Quang Co, au Sud de Cho Moi, et à dire quelques mots de celui de la région littorale.

B. — *Dévonien du pays de Quang Co.*

Dans la vallée de Quang Co affleurent des calcaires noirs en bancs de pendage régulier, 30° à 45° vers le Nord ou le Nord-Nord-Ouest.

A côté du petit hameau de Quang Co, ils renferment des Stromatopores et des Polypiers, en particulier des *Favosites* (F. 555) ; plus à l'Est, dans leur prolongement, des calcaires plus schisteux nous ont donné des Polypiers et un Orthoceratidé : *Actinoceras* sp. (F. 555A) ; ce fossile ne peut pas donner d'indications stratigraphiques précises. Plus à l'Est encore, des calcaires noirs à entroques (F. 843A) nous ont donné :

Spirifer Bischofi Roemer var. *quangcoensis* n. var.

Orthonychia dentalium Hall var. *perversa* n. var.

O. cf. acuta Roemer var. *spoliata* Barrande.

Au Sud, nous ne trouvons que des grès et quartzites sans fossiles, d'âge inconnu, qui, tectoniquement, paraissent dessous.

Au Nord, le chemin de Na Lang à Nhi Ca et Ban Tinh ne rencontre que des lydiennes avec quelques quartzites ; les lydiennes forment la crête de la cote 310 au Sud-Est de Cho Moi, elles sont parfois très charbonneuses ; nous n'y avons pas recueilli de fossiles, mais plus à l'Ouest, sur la rive droite du Song Cau, nous avons retrouvé un gisement découvert par le Commandant Zeil et signalé dans un rapport manuscrit ;

il s'agit de schistes siliceux durs, presque des lydiennes, contenant à peu près uniquement des Ptéropodes

Styliola clavulus Barrande (très abondant)

Tentaculites elegans Barrande (très peu abondant)

et de rares Brachiopodes.

Cette formation pend de 45° vers le Nord-Nord-Ouest, elle repose ainsi en concordance sur les calcaires à Polypiers et l'on est obligé de voir en elle l'équivalent d'une partie de la masse des lydiennes situés à l'Est ; à quelques dizaines de mètres au Nord du gîte fossilifère, on retrouve d'ailleurs de vraies lydiennes. Des schistes, des lydiennes, des grès et des débris de quartzites se rencontrent sur la rive droite entre Quang Co et le Poste de Cho Moi.

Au Sud de la masse calcaire située à l'Est de Cho Moi, sur la rive gauche du Song Cau, nous avons trouvé des débris de schistes ayant parfois l'aspect de lydiennes et renfermant un *Spirifer*, *S. cf. insocius* Barrande et d'autres Brachiopodes, *Orthis*, *Chonetes*, *Rhynchonella*, mal conservés ; le faciès nous y a fait reconnaître le gisement découvert par M. Bouvier et où M. Mansuy avait cru reconnaître *Orthis budleighensis* Davidson de l'Ordovicien.

Les collections du Service Géologique renferment, classés au Dévonien, *Rhynchonella cf. cuneata* Dalman et *Pterinea* sp. provenant de Cho Moi, indubitablement du même gisement, d'après la roche qui a un faciès très spécial.

Immédiatement à côté, se dressent les calcaires de Cho Moi qui sont ou bréchoïdes ou littéralement laminés, ils sont surtout noirs au Sud, surtout gris clair au Nord. Il convient de les rapporter à l'Anthracolithique malgré l'absence de fossiles ; cette attribution, basée sur leur faciès, est confirmée par la découverte de calcaires à Fusulinidés à 8 kilomètres de là, dans leur prolongement exact (F. 872C).

Nous avons donc la succession suivante :

ANTHRACOLITHIQUE... Calcaires de Cho Moi

	{	Schistes ou lydiennes à <i>Spirifer</i>
DÉVONIEN.....		Eifélien supérieur ou Givétien : Lydiennes,
		quartzites et schistes à Ptéropodes.
		Calcaires noirs à Stromatoporidés, Polypiers,
		<i>Spirifer</i> , <i>Orthonychia</i> et <i>Actinoceras</i> .

Les deux termes inférieurs donnent tectoniquement une impression de calme, mais déjà les schistes à *Spirifer* sont très laminés et les calcaires de Cho Moi le sont extraordinairement ; comme nous sommes environnés de formations charriées, la succession observée n'est peut-être pas complète. Les calcaires de Cho Moi, eux-mêmes, constituent une lame plus ou moins entraînée par la nappe. La superposition des lydiennes aux calcaires noirs paraît cependant normale, ceux-ci sont

coblenciens ; quant aux lydiennes, l'abondance de *Styliola clavulus* et la présence de *Tentaculites elegans* les font attribuer à l'Eifélien ou au Givétien inférieur.

La présence de *Spirifer* cf. *insocius* peut faire supposer un renversement ou une dislocation amenant les schistes qui les contiennent au-dessus des lydiennes ; en effet *S. insocius* est un fossile du Dévonien inférieur et le groupe constitué par des formes voisines se trouve, en Europe, depuis le Gothlandien jusqu'au Coblencien ; mais en Asie L. von Loczy a signalé un *S.* cf. *Thetidis* associé à des formes des Dévoniens moyen et supérieur ; *S. Thetidis* étant voisin de *S. insocius*, il est permis de supposer que notre Spirifère n'indique pas un niveau inférieur à celui des Lydiennes à Ptéropodes.

Nous sommes tentés de paralléliser cette succession avec une partie de la série dévonienne que M. Bourret [1922. — p. 70] a décrite de la Fenêtre de Yen Lac qui, tectoniquement, forme le prolongement du Pays de Quang Co. Cette série est la suivante :

DEVONIAN SUPERIEUR (FRASNIEN ?)	Série de Pa Pei.
GIVETIEN.....	Série des lydiennes.
EIFELENIEN.....	{ Complexe des schistes à <i>Spirifer speciosus</i> avec bancs discontinus de calcaires. Série de Na Man à <i>Spirifer crispus</i>.

Nous croyons en effet, que dans cette succession, la série de Pa Pei comprend plusieurs niveaux bien distincts, l'un d'eux renferme :

Orthotetes umbraculum Schlotheim
Spirifer cf. *undifer* Roemer
Rhynchonella yunnanensis de Koninck
R. procuboides Kayser
Tentaculites cf. *subcochleatus* Sandberger

faune qui indique bien, comme le dit M. Mansuy [1919. II. — p. 63], un horizon eifélien ou de transition entre l'Eifélien et le Givétien. M. Bourret [1922. — p. 89.] signale d'ailleurs, de la même série de Pa Pei, *Styliola* aff. *clavulus* Barrande.

Dans ces conditions, nous nous croyons autorisé à paralléliser avec les lydiennes de la fenêtre de Yen Lac, ainsi qu'avec une partie de la série de Pa Pei, les lydiennes et les couches à *Styliola* de Quang Co qui représentent de l'Eifélien ou du Givétien inférieur.

Nous n'avons pas trouvé dans le massif du Bac Son de masses de lydiennes aussi importantes que près de Cho-Moi. Pourtant à Phuong Giao, les phtanites sont abondantes, et le long du chemin de Thai Nguyen à Pho Binh Gia, tant à Oan Ha, où nous les avons signalées déjà, qu'à Dinh Ca où elles constituent le coteau du poste, elles forment un niveau. Dans le Sud-Est du Bac Son dans la région de Van Linh, les phtanites sont rares, ces formations de lydiennes paraissent donc devenir plus importantes quand on se dirige vers le Nord-Ouest.

Des remarques paléontologiques donnent à ces observations un grand intérêt ; en effet nous retrouvons dans le Pays de Quang Co, une succession rappelant une partie du Dévonien de Bohême, ce sont les Calcaires à Capulidés et les Schistes et Lydiennes à Ptéropodes ; les Capulidés *Orthonychia*, *Platyceras* (?) évoquent le faciès dit « hercynien ». Le Dévonien de Pays de Quang Co s'oppose à celui de Bac Son qui en est pourtant voisin, comme celui de Bohême s'oppose à celui des Ardennes. Nous verrons, en allant plus au Sud, des formations qui font songer au Vieux Grès rouge ; nous sommes ainsi en présence de 3 faciès identiques à ceux d'Europe et répartis dans le même ordre et dans le même sens par rapport aux plissements.

C. — Dévonien des environs d'Haïphong.

La Montagne de l'Eléphant près d'Haïphong est déjà connue pour ses calcaires dinantiens signalés par M. le Général Jourdy puis par M. Mansuy.

Nous avons trouvé dans cette région deux gisements fossilifères qu'il convient de rapporter au Dévonien.

L'un d'eux (F. 807) est au pied du Nui Phu Lien, on y trouve dans les lits schisteux, au milieu de quartzites,

Tétracoralliaire
Favosites sp.
Spirifer cf. *ziczac* Roemer
Gastropode turriculé
Triangularia (?)

L'autre gisement (F. 808 B) renferme un *Spirifer* paraissant identique et doit donc représenter le même horizon, il est situé à la Pagode de Nui Tien Noi ; les fossiles sont dans un grès blanc grossier, ce sont :

Crinoïde
Spirifer cf. *ziczac* Roemer
Rhynchonella sp.
Proétidé (?)

La comparaison avec *Spirifer ziczac* Roemer, forme des calcaires d'Iberg, indiquerait le Frasnien, nos *Spirifer* appartiennent très vraisemblablement au groupe de *S. bifidus* Roemer ; d'après Scupin, ce groupe serait localisé dans le Frasnien, mais nous avons vu, au sujet de *S. bifidus* var. *aspera*, qu'au Tonkin, ce groupe apparaît un peu plus tôt.

Nous ne pouvons pas préciser l'âge exact des grès dévoniens de la Montagne de l'Eléphant.

Le terrain assez découvert au Nui Tien Noi nous a permis de relever la succession suivante qui est intéressante car elle fournit un exemple de schistes lie de vin compris nettement dans une série paléozoïque.

DINANTIEN :	Calcaires	
	<i>Concordance ou discordance ? (faïlle ou flexure)</i>	
	Grès à <i>Spirifer</i> cf. <i>ziczac</i> et Trilobites	180 m.
	Quartzite avec quelques grains de plagioclase	
	Grès brun clair (avec plagioclase rare)	
DÉVONIEN...	Calcaire gris clair (avec oolithes ou gréseux)	
	avec banc marneux et débris de Foraminifères	30 m.
	Schiste calcaire lie de vin	15 m. (?)
	Calcaire noir avec mauvais fossiles	
	Quartzite	

On rencontre également dans cette région, des schistes gréseux gris ou peu micacés, de vrais quartzites contenant un peu de muscovite et de plagioclase, des calcaires gris ou noirs interstratifiés dans les grès ou les schistes.

Ce sont probablement les mêmes grès que l'on rencontre à Do Son ainsi qu'au phare de Hon Dau, et que M. Lantenois [1907. — p. 14] a nommé « Grès de Do Son » ; M. Beauverie y avait signalé des Rhynchonelles, nous n'en avons pas retrouvé ; ces terrains sont mal datés. A Do Son, comme à Hon Dau, on rencontre des grès à stratification entrecroisée, passant parfois à une espèce de poudingue à morceaux de schiste (donnant ainsi par érosion un grès à vacuoles) ; à Do Son, des schistes et des grès lie de vin y sont interstratifiés. Le faciès des terrains de Do Son n'est donc nullement caractérisé, aussi n'est-il pas étonnant que M. Lantenois ait signalé des Grès de Do Son à Hongay et dans l'île de Kao T'éou [ibid. p. 15] alors qu'il s'agit dans le premier cas de Permien, dans le second de Trias. L'expression « Grès de Do Son » est donc à rejeter de la littérature géologique.

D. — *Liste des fossiles dévoniens recueillis.*

Nous pensons utile de donner une liste des fossiles recueillis et déterminés par nous-même, et que nous pouvons classer dans les horizons reconnus précédemment.

a. — *Massif du Bac Son.*

I. — Schistes à *Chonetes Zeili* Mansuy.

Tétracoralliaires

Crinoïdes

Orthis (Dalmanella) elegantula Dalman

Stropheodonta annamitica Mansuy

S. concava Hall var. *orientalis* Mansuy (1)
S. nov. sp. aff. S. lepis de Verneuil et d'Archiac
Hipparionyx Lantenoisi Mansuy
Hipparionyx (?) *Douvillei* Mansuy (2)
Chonetes Zeili Mansuy
C. indosinensis Mansuy
Wilsonia sp. aff. *W. princeps* Barrande
Rhynchonella sp.
Atrypa reticularis Linné
Spirifer speciosus auct.
S. sp.
Bellerophon n. sp. aff. *B. natator* Hall
Murchisonia sp.
Conularia cf. *continens* Hall
Tentaculites (?)
Limoptera cf. *Counilloni* Mansuy emend. Frech
Nuculites Lemoinei n. sp.
Nuculites sp.
Paracyclas sp. aff. *P. elliptica* Hall
Cimitaria sp. aff. *C. recurva* Hall
C. nov. sp. aff. C. elongata Conrad
Glossites lingualis Hall
Leptodomus sp. aff. *L. capricornus* Clarke
L. (?) sp. aff. *L. constricta* Mc. Coy
Edmondia sp. aff. *E. subovata* Hall
Entomis pelagica Barrande
E. rara Barrande mut. *correcta* nov. mut.
Proetus sp.

II. — Schistes à *Spirifer speciosus* auct. et *Calceola sandalina* Lamarck.

Tétracoralliaires
Calceola sandalina Lamarck
Calceola sandalina Lamarck var. *acuminata* Mansuy
Striatopora (?) cf. *vermicularis* Mc. Coy
Fenestella sp.
Strophedonta annamitica Mansuy
S. cf. inaequistriata Conrad (= *S. orientalis* Mansuy p. p.)
S. cf. perplana Conrad
S. nov. sp. aff. S. lepis de Verneuil et d'Archiac
Hipparionyx (?) cf. *Douvillei* Mansuy
Chonetes indosinensis Mansuy
Chonetes Zeili Mansuy
(?) *C. cf. longispina* Mansuy

(1) = *S. orientalis* Mansuy p. p.

(2) = *Rafinesquina Douvillei* Mansuy.

C. sp.

Camarotoechia sp. aff. *C. orbicularis* Hall

Atrypa reticularis Linné

Spirifer speciosus auct. s. str.

S. speciosus auct. var. *intermedia* Schnur

? *S. sp.* aff. *S. multifidus* Scupin

S. cf. cabedanus de Verneuil et d'Archiac

S. cf. undulifer Kayser (= *S. cf. undiferus* Mansuy non Roemer)

S. sp. aff. *S. paradoxus* Schlotheim et *S. speciosus* auct.

S. sp. aff. *S. speciosus* auct. et *S. Murchisoni* Castelnau

S. sp. aff. *S. subsulcatus* Barrois

Trematospira sp. aff. *T. multistriata* Hall

Limoptera Counilloni Mansuy emend. Frech

Actinopteria texturata Phillips var. *vunaihensis* n. var.

Nuculana cf. rostellata Conrad

Cypricardella bellistriata Conrad

Paracyclas (?)

Conocardium n. sp. aff. *C. cuneus* Hall

Orthoceras (?)

Bactrites (?) (ou *Orthoceras*)

Calymmene maloungaensis Mansuy

Proetus cf. indosinensis Mansuy

Lichas sp. aff. *L. Decheni* Holzapfel

Poissons.

On pourrait ajouter à cette liste, d'après M. Mansuy

(?) *Orthothetes cf. umbraculum* Schlotheim

Spirifer subcuspidatus Schlotheim var. *alata* Kayser

Sphenotus vanlinhensis Mansuy

et d'après M. Giraud [1921. — p. 32]

Edmondia sp.

Sanguinolites sp.

III. Schistes et lydiennes à *Spirifer bifidus* Roemer var. *aspera* Scupin

Zaphrentis sp.

Stropheodonta annamitica Mansuy

S. concava Hall var. *orientalis* Mansuy (1)

Spirifer bifidus Roemer var. *aspera* Scupin

Limoptera sp. aff. *L. macroptera* Conrad

Poissons.

D'après M. Mansuy, on pourrait ajouter :

Strophomena bacsonensis Mansuy

et d'après les collections du Service :

Spirifer speciosus auct.

(1) = *S. orientalis* Mansuy p. p.

b. — Pays de Quang Co.

I. Calcaires coblenciens à Capulidés

α. Faciès à Capulidés

Crinoïdes très abondants (calcaires à entroques)
Bryozoaires (*Fenestella* ?)
Leptaena rhomboidalis Wilckens
Stropheodonta annamitica Mansuy
S. sp. aff. *S. inaequistriata* Conrad et *S. concava* Hall
S. sp. aff. *S. Patersoni* Hall
S. (?) aff. *S. punctulifera* Conrad
Uncinulus sp. aff. *U. subwilsoni* d'Orbigny
Spirifer Bischofi Roemer var. *quangcoensis* n. var.
S. sp. aff. *S. hystericus* Schlotheim
S. sp.
Orthonychia dentalium Hall var. *perversa* n. var.
O. cf. *acuta* Roemer var. *spoliata* Barrande
Platyceras (?)
? *Actinopteria texturata* Phillips var. *vunhaiensis* n. var.
Calymmene sp.

β. Faciès à Polypiers

Stromatoporidés
Zaphrentidés
Favosites sp.
Actinoceras sp.

Un fait est très curieux au point de vue zoologique, les Capulidés *Platyceras* (?) et *Orthonychia dentalium* var. *perversa* sont à enroulement sinistrorsum (*O.* cf. *acuta* n'est pas enroulé).

L'abondance des Crinoïdes et des Capulidés qui, ailleurs, en sont souvent parasites est d'autre part à remarquer.

II. Schistes à *Styliola clavulus*

Brachiopodes
Styliola clavulus Barrande
Tentaculites elegans Barrande (toujours rare).

Il convient de rapporter au même niveau les schistes de Ban Tinh (F. 116) à *Styliola clavulus*, avec

Crinoïdes
Orthothes cf. *umbraculum* Schlotheim
Spirifer sp.
et ceux de Na Lou, près de Na Toung, (F. 756) où les deux espèces de

Ptéropodes sont associées à un Brachiopode connu par un seul exemplaire

Orthis sp. aff. *O. interjecta* Barrande

III. Schistes à *Spirifer* cf. *insocius*

Orthis sp.

Stropheodonta (?)

Chonetes sp. rappelant *C. Lacroixi* Mansuy

Rhynchonella sp.

Spirifer cf. *insocius* Barrande.

E. — Discussions des listes de fossiles

Voyons les renseignements que nous fournissent ces fossiles.

a. — Dévonien du Bac Son.

I. — Schistes à *Chonetes Zeili* Mansuy

Chonetes Zeili Mansuy est fort voisin de *C. Verneuili* Barrande du calcaire de Konieprus (étage F) et surtout de *C. macrostriata* Walcott du Dévonien inférieur de l'Amérique du Nord.

Orthis (*Dalmanella*) *elegantula* Dalman est une espèce du Gothlandien et du Dévonien inférieur.

Hipparionyx Lantenoisi Mansuy est très proche de formes des grès d'Oriskany (Coblencien de l'Amérique du Nord).

Stropheodonta lepis de Verneuil et d'Archiac apparaît en Europe dans les couches de passage du Coblencien à l'Eifélien.

Spirifer speciosus auct. se rencontre, avons-nous dit, du Coblencien au Givétien.

Conularia continens Hall appartient au Mésodévonien (Marcellus, Schoharie, Hamilton inférieur) mais des formes affines telles que *C. ulrichiana* Clarke se trouvent dans l'Eodévonien.

Limoptera Counilloni Mansuy a des affinités avec des formes des Dévonien inférieur et moyen.

Nuculites Lemoinei n. sp. se laisserait rapprocher surtout d'espèces de l'Eodévonien du Brésil.

Glossites lingualis Hall appartient au Famennien (groupe de Chemung de l'Etat de New York) ; *G. teretis* Hall de l'Eifélien (Corniferous limestone) du même Etat, en est très voisin.

Leptodomus capricornus Clarke se trouve au Brésil dans des formations équivalentes à notre Coblencien.

Edmondia subovata Hall est une forme du Dévonien supérieur d'Amérique (Chemung group).

Entomis pelagica Barrande de l'étage F de Bohême a été retrouvé dans les Alpes Carniques et l'Oural.

E. rara Barrande est une forme ordovicienne représentée à ce niveau par une mutation, la valeur stratigraphique de ces Entomostracés est des plus réduites.

Toutes ces espèces, sauf *Glossites lingualis* Hall, sont donc identiques ou comparables à des formes éodévoniennes dont quelques unes persistent dans le Mésodévonien.

Cette discussion paléontologique nous autorise à considérer jusqu'à nouvel ordre les schistes à *Chonetes Zeili* comme représentant du Coblencien. On ne peut en outre, ne pas être frappé des affinités avec l'Amérique, M. Mansuy a déjà signalé une faune dévonienne, à Lamellibranches rappelant ceux des groupes d'Hamilton et de Chemung.

Les affinités de certains Lamellibranches des Schistes à *Chonetes Zeili* et de ceux à *Spirifer speciosus* s. str. avec des formes des groupes givéliens et frasniens (Hamilton et Chemung) de l'Amérique du Nord est à remarquer ; la petitesse de nos Lamellibranches tonkinois opposée à la grande taille des espèces de comparaison est à rapprocher de cette apparition précoce.

II. — Schistes à *Spirifer speciosus* auct. et *Calceola sandalina* Lamarck.

L'association de ces deux espèces semble rendre vaine toute discussion, celle-ci n'est toutefois pas inutile, ne serait-ce que pour comparer plus utilement cet horizon avec ses voisins.

Calceola sandalina Lamarck se rencontre dès le sommet du Coblencien ardennais (Grauwacke d'Hierges) et dans l'Eifélien.

Stropheodonta perplana Conrad et *S. demissa* Hall sont deux espèces nord-américaines appartenant aux mêmes niveaux du Dévonien moyen (Corniferous et Hamilton)

Chonetes Zeili Mansuy a des affinités éodévoniennes.

Camarotoechia orbicularis Hall est un fossile appartenant au groupe de Chemung (Néodévonien), mais dont la comparaison n'autorise aucune conclusion.

Un *Spirifer* est comparé avec doute à *S. multifidus* Scupin appartenant à un groupe du Frasien d'Europe mais qui n'est pas caractéristique en Indochine, nous citerons bientôt le cas de *S. bifidus* var. *aspera* appartenant au même groupe, et *S. multifidus* (= *S. sikaensis* Mansuy) paraît avoir été trouvé à Mia Ré en compagnie de *Calceola sandalina* et de *Combophyllum Brancai*.

Spirifer cabedanus de Verneuil et d'Archiac se trouve dans l'Eifélien de la province de Léon et le Givétien des environs d'Ancenis.

S. undulifer Kayser se rencontre en Europe dans le Coblencien et le Dévonien moyen.

S. paradoxus Schlotheim caractérise la zone supérieure du Coblencien européen, le *Spirifer* qui lui est comparé rappelle également *S. speciosus*.

Trematospira multistriata Hall appartient au Lower Helderberg c'est à dire au Dévonien inférieur.

Limoptera Counilloni Mansuy emend. Frech a des affinités avec des formes des Dévoniens inférieur et moyen.

Actinopteria texturata Phillips appartient au Givétien anglais à *Stringocephalus Burtini*.

Nuculana rostellata Conrad est une forme américaine du groupe d'Hamilton (Givétien).

Cypricardella bellistriata Conrad est signalée dans les formations d'Hamilton (Givétien) et de Chemung (Famennien), l'identification de la forme indochinoise n'est possible qu'avec les individus givétiens.

Conocardium cuneus Conrad var. *trigonalis* Hall est une forme du Corniferous limestone (Eifélien) des chutes de l'Ohio.

Le Céphalopode attribué avec doute au genre *Bactrites* serait à comparer à *B. ellipticus* Frech, espèce de l'Eifélien, et à *B. arkonensis* With., du groupe d'Hamilton ; il peut s'agir d'un Orthocère.

Calymmene maloungaensis Mansuy montre, d'après cet auteur, de grandes affinités avec *C. interjecta* Corda des étages F et G de Bohême.

Proetus indosinensis Mansuy se rattacherait à des formes américaines des Dévoniens inférieur et moyen.

Plusieurs formes rappellent le Dévonien inférieur, d'autres annoncent déjà le Givétien. Cet ensemble se laisse bien comparer à l'Eifélien comme l'a déjà écrit M. Mansuy. Les communications avec la province européenne paraissent plus faciles qu'au niveau des schistes à *Chonetes Zeili* Mansuy. Les affinités sont tantôt avec l'Amérique, tantôt avec l'Europe. L'Eifélien du Baç Son rappelle d'ailleurs celui de l'Ardenne (Couvinien) par sa composition.

III. — Schistes et grès à *Spirifer bifidus* Roemer var. *aspera* Scupin.

Spirifer bifidus Roemer var. *aspera* Scupin appartient au Frasnien d'Europe.

Mais l'association de *Spirifer speciosus* auct. que nous a révélée l'étude des collections du Service Géologique permet tout au plus, de considérer cette formation comme givétienne bien qu'aucune raison ne permette d'attribuer à l'un des *Spirifer* plus de poids qu'à l'autre ; nos observations sur le terrain nous engagent à la placer encore dans l'Eifélien.

b. — Dévonien du Pays de Quang Co.

I. — Calcaires à Capulidés

Uncinulus subwilsoni d'Orbigny est signalé par Frech dans le Coblenzien supérieur des Pyrénées.

Il n'y a rien à déduire des affinités des *Stropheodonta* qui sont les unes avec le Dévonien inférieur (*S. punctulifera*), les autres avec le Dévonien moyen.

Spirifer Bischofi Roemer représenté par une variété est une espèce coblencienne des zones à *Spirifer primaevus*, à *S. Hercyniae* et à *S. paradoxus*.

S. hystericus avec lequel des Spirifères présentent des affinités, est également un fossile coblencien. Les autres Spirifères de Quang Co rappellent des formes cantonnées dans les Dévonien inférieur et moyen.

Orthonychia dentalium Hall, représenté par une variété senestre est une forme éodévonienne de l'Amérique du Nord, très voisine d'espèces de Bohême sensiblement contemporaines.

O. acuta Roemer est une espèce éodévonienne des calcaires d'Erbray et de Bohême.

Platyceras (?) autre Capulidé senestre n'a pu être comparé qu'à des formes du Dévonien inférieur.

Actinopteria texturata var. *vunhaiensis* est une forme des calcaires à *Spirifer speciosus* du Bac Son et dont la présence est douteuse à Quang Co.

Calymmene sp. n'est connu que par des pygidiums rappelant celui de *C. maloungaensis* Mansuy du niveau à *Calceola sandalina*.

Il s'agit là, indubitablement, de Coblencien.

II. — Schistes à *Styliola*

Nous tenons pour identiques *Styliola clavulus* Barrande et *S. fissurella* Hall d'une part, *Tentaculites elegans* Barrande et *T. gracilistriatus* Hall d'autre part. En Amérique, ces *Styliola* auraient une extension verticale plus grande qu'en Europe, ces *Tentaculites* auraient au contraire une extension plus réduite ; mais les niveaux où les deux formes sont associées sont les mêmes en Bohême et en Amérique, ce sont l'Eifélien (g₂, g₃ en Bohême, Marcellus en Amérique) et le Givétien inférieur (h₁, Hamilton). *Orthis interjecta* Barrande est une espèce du Dévonien inférieur (étage F) de Bohême, cette espèce ne permet, d'ailleurs, qu'un rapprochement.

III. — Schistes à *Spirifer* cf. *insocius*

Spirifer insocius Barrande indiquerait le Dévonien inférieur, le groupe formé par les types voisins existe en Europe, du Gothlandien au Coblencien ; nous avons dit que *S. Thetidis*, espèce assez voisine, a été trouvée en Asie, en compagnie de formes des Dévonien moyen et supérieur, il se peut donc que *S. cf. insocius* appartienne réellement à un niveau supérieur à celui des Schistes à *Styliola clavulus*.

La découverte de ce *Spirifer* est intéressante à un autre point de vue, ce fossile rappelle uniquement des formes de Bohême ou des Alpes orientales, ainsi les trois niveaux reconnus dans le Dévonien du pays de Quang Co rappellent par leur faune, les faciès de Bohême et s'opposent à ceux du Bac Son qui rappellent l'Ardenne.

CHAPITRE V

ANTHRACOLITHIQUE

Nous traiterons séparément du Dinantien, de la question du Moscovien et de l'ensemble de l'Ouralien et du Permien.

I. — Dinantien

Le Carbonifère inférieur est bien représenté par les calcaires de la montagne de l'Eléphant près d'Haïphong, où il a été découvert par M. le Général Jourdy, prospecté par MM. Counillon et Mansuy et étudié par ce dernier ; une erreur de détermination avait fait croire à l'existence de *Spirifer mosquensis* et attribuer ces calcaires au Moscovien. M. Mansuy a apporté les rectifications nécessaires, nous lui empruntons la liste suivante [1919. — p. 87] dressée d'après ses déterminations.

Campophyllum irregulare Mansuy
Syringopora geniculata Phillips
S. haiphongensis Mansuy
S. indosinica Mansuy
Productella sp. aff. *Pr. spinulosa* Sowerby
Pr. sp. aff. *Pr. aculeata* Martin
Spirifer angustirostris Mansuy
Athyris sp.
A. Lantenoisi Mansuy
A. Margheritii Mansuy
Loxonema sp. aff. *L. spurium* de Koninck
Euomphalus crotalostomus Mac Coy
Murchisonia tonkinensis Mansuy
M. elongata Mansuy
Baylea Barti Mansuy
B. conoidea Mansuy
B. proxima Mansuy
B. cf. Yvanii Leveillé
Ptychomphalus trochiformis Mansuy
Bucania sp.

Il convient d'ajouter à cette liste une forme très intéressante, puisqu'elle est presque exclusivement américaine, signalée par M. Jourdy [1885-1886. II]

Pentremites sp.

Nous n'avons pas retrouvé le gîte fossilifère mais seulement de fins *Syringopora* et de mauvais Gastropodes ; les calcaires de la montagne de l'Eléphant sont en majorité noirs, parfois disposés par lits de 10 centimètres séparés par un filet argileux ; certains sont gris foncé et vaguement oolithiques.

Nous n'avons pas rencontré trace de Dinantien dans le massif calcaire du Bac Son. Peut-être faut-il lui attribuer une partie des calcaires noirs que l'on observe souvent à la base de la série anthracolithique ; peut-être une partie des calcaires à *Alveolites* (?) rameux, dont nous avons parlé au sujet du Dévonien, est-elle dinantienne ? Il en existe au Nord-Est d'Haïphong, mais ils ne sont pas datés.

Nous devons ici réfuter une assertion de M. Deprat [1913. — p. 36-38]. Dans son étude sur les Fusulinidés, cet auteur a signalé l'existence à Lang Nac, de Dinantien à *Palaeofusulina prisca* Deprat (1). Ce Fusulinidé est placé à la souche d'un arbre généalogique.

Lorsque l'on seire de près le texte de M. Deprat, on s'aperçoit que son attribution des calcaires à *Palaeofusulina* au Dinantien est à peu près entièrement gratuite, il ne se base en effet que sur la couleur noire et la présence d'organismes siliceux pour les paralléliser avec les calcaires de la montagne de l'Eléphant, site bien éloigné (2). Nous verrons d'ailleurs plus loin que des calcaires noirs peuvent se trouver à différents niveaux de l'Ouralien et du Permien. Les calcaires à *Palaeofusulina prisca* recueillis par nous à Lang Nac ne sont pas noirs mais gris comme ceux des termes supérieurs de l'Anthracolithique ; à côté toutefois, il en est de vraiment noirs. Nous devons faire observer cependant qu'à Ban Fan au Sud de Pho Binh Gia (F. 225 A), nous avons trouvé ces Foraminifères dans un calcaire extrêmement fétide et parfaitement noir. Quant à la présence d'organismes siliceux nous ne l'avons, nulle part, constatée à Lang Nac et elle ne signifie rien.

Au point de vue paléontologique, M^{lle} Colani, qui a repris l'étude des Fusulinidés indochinois, considère que *Palaeofusulina prisca* Deprat est une forme trop compliquée pour être primitive et représente un stade

(1) D'après M^{lle} Colani, le genre *Palaeofusulina* n'est pas acceptable, il s'agit en réalité de *Fusulina prisca* Deprat.

(2) « Ce nouveau genre apparaît dans le Dinantien, dans des calcaires noirs qui renferment à la montagne de l'Eléphant près de Haïphong une faune que M. Mansuy étudie actuellement et qu'il considère comme étroitement apparentée à celle de Visé » [Deprat. 1912. II]. Le gisement de la montagne de l'Eléphant est complètement isolé et à 100 kilomètres au Sud de Lang Nac.

déjà très évolué. Il ne serait pas scientifique de faire état de cette remarque pour nier l'âge dinantien de ce fossile, mais il n'en résulte pas moins qu'aucun des arguments que M. Deprat a invoqués pour dater le gisement n'a de valeur. Nos observations sur le terrain nous autorisent, au contraire, à considérer *Palaeofusulina prisca* Deprat comme une forme permienne.

En suivant le chemin qui, au Nord de Lang Nac, suit le bord du massif calcaire, à son contact avec les schistes triasiques, on rencontre à plusieurs reprises des blocs de calcaires qui nous ont donné successivement.

Gisement F. 265, à 1.500 m. de Lang Nac.

Doliolina lepida Schwager var. *pseudo-lepida* Deprat
Fusulinella inflata Colani

Gisement F. 354, à 1.000 m. du précédent.

Palaeofusulina prisca Deprat

Gisement F. 354 B, à côté du précédent, (calcaires presque noirs).

Bigenerina sp.
Climacammina antiqua Brady

Gisement F. 354 C, à côté des précédents.

Neoschwagerina globosa Yabe
Sumatrina multiseptata Deprat

Gisement F. 354 D, à 100 m. des précédents.

Schwagerina Verbeeki Geinitz
Fusulina Douvillei Colani
Neoschwagerina craticulifera Schwager
Bigenerina sp.

Ces Fusulinidés indiquent les uns (F. 265, F. 354D) le Permien inférieur ou moyen, les autres (F. 354 C) le Permien supérieur ; les blocs à *Palaeofusulina prisca* avoisinent ceux à *Sumatrina multiseptata* du Permien supérieur. Comme il ne s'agit que de blocs déplacés, pesants, il est vrai, nous n'avons là que des présomptions. Mais un pendage très net observé au sein du massif calcaire, au passage d'un col à l'Ouest des blocs à *Palaeofusulina* nous permet d'être plus affirmatif, il est en effet de 45° vers le Sud-Est s'accordant parfaitement avec les autres pendages visibles dans la région, et l'on recueille dans ces calcaires (F. 358)

Schwagerina Verbeeki Geinitz
Neoschwagerina craticulifera Schwager

Foraminifères dont l'association caractérise le Permien inférieur ou moyen. Les couches calcaires sont, dans tout ce pays, très régulières ; nous sommes donc en droit de conclure à l'âge permien, très vraisemblablement permien supérieur, de *Palaeofusulina prisca*.

Les autres gisements qui nous ont fourni *Palaeofusulina prisca* Deprat avoisinent de très près le Trias à rhyolites, tant à Lang Cuom (F. 417) au cœur du Bac Son, qu'à Ban Fan (F. 225 A) en bordure de ce massif qui y disparaît sous le Trias. Ce ne sont là que des indices, mais ils méritaient d'être notés.

II. — La question du Moscovien

Aucun indice sérieux de Moscovien n'est fourni par la Paléontologie.

Nous avons cependant trouvé en plusieurs points de l'arc de Ban Tac, en particulier à Ban Tac même, des calcaires à *Neofusulinella praecursor* Deprat, espèce placée par M. Deprat dans le Moscovien et encore à la base d'un arbre généalogique. Cette attribution était tout aussi gratuite que celle de *Palaeofusulina prisca* Deprat au Dinantien. Les calcaires à *Neofusulinella praecursor* par nous récoltés, ne diffèrent pas de ceux de l'Ouralien et du Permien, mais cela ne signifie rien, aucun indice ne nous permettait de démentir l'affirmation de M. Deprat. M. Fromaget a heureusement trouvé dans le centre de l'Indochine, ce Foraminifère associé à une faune macroscopique et attribuable à l'Ouralien.

Près de Xuat Tac dans le Bac Son (F. 466), nous avons rencontré *Fusulinella angulata* Colani, espèce à affinité moscovienne, mais *Fusulina* cf. *tenuissima* Schellwien l'accompagne, or cette forme appartient à la base de l'Ouralien.

Le seul Fusulinidé attribuable au Moscovien serait *Fusulinella brevica* Schwager (F. 92), il appartient au sommet du Moscovien et à la base de l'Ouralien. Mais comment penserait-on attribuer au Carbonifère moyen des calcaires que rien n'interdit de réunir à l'Ouralien tant de fois rencontré dans le reste du massif ?

La paléontologie nous autorise donc à supposer qu'il n'y a pas de Moscovien dans l'Est du Tonkin, M. Mansuy a d'ailleurs insisté sur l'absence de cet étage dans le reste de l'Indochine.

III. — Ouralien et Permien (1)

Il est absolument impossible de séparer l'étude de l'Ouralien de celle du Permien, ils constituent la presque totalité des calcaires du massif

(1) L'ensemble de l'Ouralien et du Permien a été souvent, en Indochine, qualifié d'*Ouralo-permien*, on sait que cette appellation est défectueuse, puisqu'elle fait penser à un terme de passage et qu'elle a été justement employée dans ce sens. Il est tout au contraire naturel de le nommer Anthracolithique bien que ce terme corresponde à un ensemble comprenant également le Dinantien.

karstique du Bac Son, ainsi que des massifs ou témoins plus réduits. La stratigraphie en est très difficile à établir. A la lisière des massifs, l'examen de vastes surfaces dégagées permet parfois d'observer des bandes diversement foncées indiquant le pendage, cela est déjà rare, on n'aperçoit le plus souvent que des diaclases. Pénétrons dans le massif, un chaos nous entoure de toutes parts ; il n'y a plus d'indications de pendage et nous ne savons plus quels blocs sont en place.

Après quelques courses dans les calcaires, l'établissement d'une liste détaillée d'horizons comme celle publiée par M. Deprat [1913. — pp. 62-64 ; 1914. — pp. 42-43.] apparaît absolument impossible.

Nous avons parcouru beaucoup les massifs karstiques du Bac Son et de l'arc de Ban Tac, nous en avons rapporté de très nombreux échantillons de calcaires à Fusulinidés ; M^{elle} Colani qui avait entrepris la révision de ces Foraminifères, a bien voulu se charger de leur détermination. Les résultats auxquels cette spécialiste est arrivée, nous ont permis après coup de faire la stratigraphie du Bac Son ; nous avons pu constater que la structure de ce massif est très calme, la succession des gisements est conforme à ce que la disposition générale de l'Anthracolithique par rapport au Dévonien et au Trias permet d'attendre. Ainsi le sentier qui se dirige de Xuat Tac vers le Sud-Ouest, après avoir quitté les schistes dévoniens, rencontre successivement des calcaires de la base de l'Ouralien à *Fusulina tenuissima* (F. 466), de l'Ouralien à *Schwagerina princeps* (F. 467), puis du Permien inférieur (F. 9) ; on est ici dans une large vallée où l'on peut constater un pendage en conformité avec cette succession.

En traversant les calcaires au Nord-Est de Dinh Ca, on rencontre au milieu de la course, l'Ouralien à *Schwagerina princeps* (F. 508) tandis que le Permien inférieur à *Doliolina lepida* s'observe à la lisière Nord au voisinage du Trias.

L'Ouralien à *Schwagerina princeps* (F. 323) apparaît au centre de l'anticlinal, que traverse la route de Cho Bai à Du Kin et sur le flanc Sud-Est duquel se trouve le Permien inférieur à *Neoschwagerina craticulifera* (F. 174 B).

Ce dernier niveau affleure de même près du chemin de fer de Lang Son, presque au contact du Trias tandis qu'en pénétrant dans le massif et se dirigeant vers le Dévonien de la mine du Deo Ro, on trouve *Schwagerina princeps*.

Cette régularité nous permet de chercher à estimer à peu près l'épaisseur totale de l'Ouralien et du Permien. La route dite de Ba Xa coupe au milieu des rizières de Ban Hau l'extrémité périclinale d'une digitation du Bac Son vers le Nord-Est ; un itinéraire exactement Nord-Ouest permet de rencontrer successivement, en fait de gîtes fossilifères, le Permien inférieur à *Schwagerina Verbeeki* (F. 269 et 270), l'Ouralien supérieur à *Fusulina alpina* probablement variété *rossica* (F. 286B), puis le Permien supérieur à *Neoschwagerina globosa* (F. 285). Nous admettons pour les calcaires un pendage conforme à celui des schistes triasiques (60°) ainsi

que les observations faites un peu au Sud nous y autorisent ; nous obtenons de cette façon une épaisseur voisine de 500 mètres pour le Permien entier et une partie de l'Ouralien.

Le long de la bordure sud-orientale du Bac Son l'épaisseur de l'Antracolithique paraît plus forte et n'est peut-être pas inférieure à 800 mètres. M. le Commandant Zeil [1907. — p. 10] estimait en général cette épaisseur à 400 ou 500 m. ; M. Bourret [1922. — p. 107] pense qu'elle peut atteindre 600 ou 700 m.

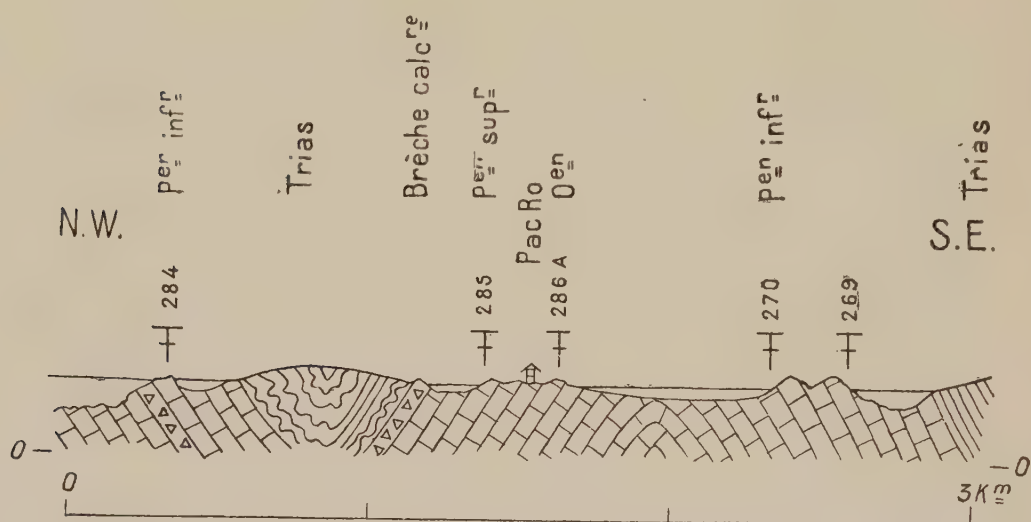


FIGURE 3. — Coupe à travers la terminaison périclinale d'une digitation du Bac Son.

Légende : Oen = Ouralien ; Pen = Permien.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/25.000

Malgré les exemples de régularité que nous avons pu constater, il y aura toujours à craindre au sein du massif karstique des accidents que rien ne révélera, le dernier mot sera donc ici à la paléontologie. Nous n'avons rencontré que très peu de gisements fossilifères autres que ceux à Foraminifères, ils renferment des Polypiers, des Crinoïdes, des Brachiopodes, des Gastropodes, des Lamellibranches ou des Trilobites (un pygidium). Toutes ces formes sont ou difficiles à dégager, ou mal conservées, ou peu caractéristiques, nous ne pourrions pas en faire état. D'ailleurs dans ces pays éloignés des régions classiques, l'interprétation de ces fossiles est délicate, on sait par exemple qu'un fossile caractéristique comme *Productus Cora* de l'Ouralien se retrouve dans le Saxonien des massifs exotiques de l'Himalaya ou le Thuringien de la Salt Range [Haug. 1907-1911. — p. 805 et 809]. Ces gisements étant rares,

pauvres (1), nous ne nous en occuperons pas, nous ne nous servirons que des Fusulinidés. D'après les déterminations et les renseignements fournis par M^{lle} Colani, nos récoltes pourraient se classer comme il suit ; M^{lle} Colani ne distingue en général que deux niveaux dans le Permien.

Ouralien inférieur. (F. 466 et F. 92)

Fusulina brevicula Schwager

F. cf. tenuissima Schellwien

Fusulinella angulata Colani

Ouralien à *Schwagerina princeps* Ehrenberg

Fusulina tenuissima Schellwien

F. longissima Möller

F. cf. complicata Schellwien (F. 53)

F. alpina var. *communis* Schellwien

F. cf. Tschernyschewi Schellwien

F. cf. simplex Schellwien

Schwagerina princeps Ehrenberg

Permien inférieur (2)

Fusulinella inflata Colani

Fusulina brevisetata Colani

F. mediocris Colani

F. cf. ambigua Deprat

Neofusulinella pharayensis Colani

Schwagerina Verbeeki Geinitz

(1) Le meilleur gisement est celui que M. le Commandant Zeil a découvert à San Xa, dans l'arc de Ban Tac ; il a fourni d'après M. Mansuy [1919. II. — pp. 97, 104 et 107] :

Productus Gruenwaldti Krotow, fossile existant de l'horizon à *Productus Cora* à l'Artinskien.

Productus transversalis Tschernyschew de l'Ouralien (horizon à *Schwagerina princeps*)

Spirifer rectangulus Kutorga du Permien,

Dielasma cf. acutangulum Waagen, des calcaires à *Productus* supérieurs de la Salt Range.

M. Mansuy [1908. — pp. 58-61] avait précédemment signalé :

Amplexus sp.

Productus semireticulatus Martin (= *P. sumatrensis* var. *palliat*a Kayser em. Fliegel, d'après Frech [1911. — p. 153])

P. gratosus Waagen

Spirifer striatus Martin (= *S. rugulatus* Kutorga, d'après Frech [1911. — p. 152])

S. Oldhamianus Waagen (= *S. rugulatus* p. p. et *S. Musakheylensis* Davids p. p. d'après Frech [ibid])

Spirigerella sp.

Athyris cf. semiconcava Waagen (= *Dalmanella Frechi* Fliegel d'après Frech [1911. — p. 154]).

Frech considèrerait cette faunule comme permienne.

(2) A notre avis, l'appellation « Permien inférieur et moyen » serait préférable.

S. Verbeeki var. *pseudoverbeeki* Deprat
Doliolina lepida Schwager
D. lepida var. *pseudolepida* Deprat
D. cf. neoschwagerinoides Deprat
Noeschwagerina craticulifera Schwager
N. parva Colani
N. Margaritae Deprat
N. megasphaerica Deprat.

Permien supérieur

Fusulinella inflata Colani
Schwagerina Verbeeki Geinitz
Neoschwagerina globosa Yabe
Sumatrina multiseptata Deprat
S. Annae Volz.

D'autres Fusulines comme

Fusulina longissima Möller
F. alpina var. *rossica* Schellwien

appartiennent à l'Ouralien et au Permien.

D'autres comme

Fusulina bantacensis Colani
F. brevisseptata Colani
F. mediocris Colani

sont des espèces nouvelles non encore datées.

Tous les gisements que nous avons découverts n'ont pas été l'objet de déterminations précises, le nombre de ceux qui ont été utilisés est cependant suffisant pour rechercher la fréquence des différents niveaux :

Ouralien	16 ou 20 gisements,
Permien entier (1)	44 ou 48,
Permien inférieur	31 ou 42,
Permien supérieur (1)	6 ou 15.

Ces chiffres ont quelque valeur, aucun choix n'a été apporté dans les récoltes, toutefois la rareté du Permien supérieur peut s'expliquer par l'érosion tant aux époques récentes qu'au Trias. Le Permien est donc plus de 2, sinon 3 fois plus abondant que l'Ouralien, et le Permien inférieur le serait 2, sinon 7 fois plus que le supérieur.

(1) Nous n'avons pas fait entrer en ligne de compte les 4 ou 5 gisements à *Palaeofusulina prisca* Deprat.

Il convient de remarquer que M^{elle} Colani paraît réunir en général sous le nom de Permien inférieur, l'Artinskien et le Saxonien. D'autre part, *Schwagerina princeps* monte dans l'Artinskien des Alpes Carniques et même dans le Saxonien du Donetz [Haug, 1907-1911. — p. 794]. L'attribution de certaines couches à l'Ouralien, en raison de la présence de ce Fusulinidé, est donc parfois arbitraire.

Il est probable qu'en tenant compte, non d'espèces isolées, mais d'associations, il serait possible de préciser et sans doute de multiplier un peu les niveaux.

Nous n'avons, jusqu'à présent, parlé que de l'Anthracolithique calcaire. Il forme un ensemble massif ; aucun caractère extérieur ne permet de distinguer deux échantillons d'âge différent. Il y aurait peut-être une restriction à apporter au sujet des calcaires oolithiques. Les calcaires sont durs, marmoréens, plus ou moins finement cristallisés, leur couleur peut aller d'un blanc sale au noir le plus parfait, mais elle est en grande majorité, grise. Sur la bordure occidentale du pays de Tri Lé, s'observent quelques calcaires roses ou brun-rose mais ce sont là des exceptions. Des lits de phtanites s'observent quelquefois, ceux-ci peuvent être fossilifères, M. Zeil [1907. — p. 9] a trouvé des phtanites avec Fusulines incrustées, à Tong Loc à l'Est de Na Ri ; Counillon en a découvert aussi près de Lang Son. Enfin M. Lantenois [1907. — p. 15] a signalé des phtanites à *Euomphalus* découverts par M. Beauverie dans le rocher de Hongay à la partie inférieure des calcaires.

Dans l'île de la Cat Ba, les phtanites deviennent particulièrement abondants, il y a aussi des véritables bancs de lydiennes à tel point que la topographie habituelle des calcaires est souvent modifiée, les plaques de phtanites que l'on rencontre, sont souvent mamelonnées, les calcaires sont généralement noirs.

Les calcaires sont parfois chargés de dolomie ; leur décomposition donne des sables dolomitiques aux environs du poste de Van Linh.

Nous avons constaté plusieurs fois la texture oolithique dans les calcaires anthracolithiques, elle est parfois presque totalement effacée par la cristallisation. Il est donc difficile de préciser si les calcaires oolithiques caractérisent certains niveaux ; nos observations dans le Bac Son semblent pourtant nous autoriser à les y considérer comme permien. Nous avons noté 22 fois des calcaires oolithiques, nous ne pouvons faire aucune conjecture sur l'âge de 4 ou 5 d'entre eux ; quant aux autres, d'après les fossiles trouvés soit à proximité, soit avec, ou d'après la proximité du Trias il y a tout lieu de les considérer comme appartenant à un niveau élevé. Ils seraient donc, tout au moins, plus abondants à cette époque.

Nous avons trouvé en particulier, à l'Ouest de Ban Hau, en bordure du Bac Son, un calcaire où des pisolithes atteignent 5 centimètres de diamètre, elles sont accompagnées de Tétracoralliaires ; des calcaires à Fusulinidés permien émergent à proximité.

Dans la partie orientale du Bac Son, nous avons recueilli des calcaires qui, bien que parfaitement compacts, montrent une texture concrétionnée irrégulière, visible suivant certaines lignes très ondulées ; au microscope, quelques échantillons laissent apercevoir des oolithes plus ou moins confuses par suite de la cristallisation ; dans une préparation, nous les avons trouvées nombreuses, dans d'autres, elles ont complètement disparu, nous réunissons cependant ces roches aux calcaires oolithiques ; parfois d'ailleurs, ces surfaces concrétionnées limitent de petits volumes qui sont comme des oolithes informes. Nous pouvons comparer ces calcaires à ceux signalés par M. Jacques de Lapparent [1923. — Pl. XIX, fig. 6] du Carbonifère du Boulonnais, et nommés par cet auteur *calcaires oolithiques à croûtes* ; ces roches du Boulonnais et du Tonkin nous paraissent avoir eu une genèse identique.

Les calcaires oolithiques ont tous été recueillis, soit dans la partie orientale du Bac Son, soit le long du côté occidental de la terminaison nord du même massif.

Hors du Bac Son, nous avons trouvé des calcaires oolithiques contenant, l'un, dans l'arc de Ban Tac, *Noefusulinella praecursor* Deprat (F. 816A), l'autre, dans une petite île à l'Est de la Cat Ba, (F. 777D), *Fusulinella quadrata* Deprat ; ces deux Fusulinidés appartiennent justement à une même faune, probablement ouralienne, que nous n'avons d'ailleurs pas trouvée dans le Bac Son.

Les calcaires oolithiques ne sont d'ailleurs pas particuliers à l'Ouralien et au Permien, il en est signalé dans le Cambrien ; nous en avons trouvé près d'Haïphong, dans le Dévonien supposé et dans des calcaires probablement dinantiens de la Montagne de l'Eléphant. Nous en signalerons aussi du Trias.

IV. — Le faciès schisto-gréseux terminal du Permien

MM. Counillon et Lantenois [Lantenois. 1907. — p. 14] ont découvert, à côté du bureau de la Société des Mines de Hongay, des fossiles dans des grès que les premiers explorateurs avaient pris pour des argilophyres (1). M. Lantenois reconnut parfaitement leur âge primaire, mais les assimila aux grès de Do Son, c'est à dire, à son point de vue, au Silurien ou au Dévonien, M^{lle} Colani [1919] qui en a fait une étude paléontologique a démontré qu'il s'agissait de Permien et a donné la liste suivante :

Fenestella sp.
Meekella cf. *ufensis* Tchernyschew
Lyttonia sp.
Productus gratiosus Waagen

(1) C'est ce qui a dû amener Zeiller [1903] à signaler des roches porphyriques à l'entrée de la rade de Port-Courbet.

Martiniopsis sp. aff. *M. orientalis* Tschernyschew
Spiriferina cf. *cambodgiensis* Mansuy
Sanguinolites cf. *elegans* King
Pseudomonotis cf. *garforthensis* King
Orthoceras cf. *cyclophorum* Waagen
Pseudophillipsia cf. *acuminata* Mansuy.

Malgré une coupe donnée par M. Deprat [1917], la position de ces grès n'est pas nette. Leur contact avec les calcaires anthracolithiques n'est pas visible, leur pendage est en gros vers le Nord et dirigé sous le Rhétien qui affleure près de la poste, en couches tourmentées.

Nous avons, de notre côté, découvert à Lang Nac, dans le talus de la route, à côté du pont de fer, un niveau de lydiennes permienes se débitant en lits très réguliers et passant en quelques points à des schistes plus ou moins siliceux et même à un vrai schiste se morcelant en petites aiguilles. Les fossiles que nous avons recueillis, sont parfois très bien conservés et dégagés naturellement, parfois en mauvais état ; nous avons pu dresser la liste suivante (F. 359)

Productus sp. aff. *P. Purdoni* Davidson
Productus (*Proboscidella*) *Kutorgae* Tschernyschew
Strophalosia cf. *excavata* Geinitz
Martinia cf. *triquetra* Gemmellaro
Orthoceras annulatum Sowerby
une Ammonite.

Il faut probablement ajouter à cette liste, ainsi que nous l'avons expliqué au sujet du Gothlandien,

Streptorhynchus Deprati Mansuy.

Productus Purdoni est signalé dans la Salt Range à la limite du Saxonien et du Thuringien, mais représente, d'après M. Haug [1907-1911. — p. 805] une forme carbonifère persistante.

Productus (*Proboscidella*) *Kutorgae* a été trouvé dans l'Ouralien à Schwagérines de l'Oural.

Strophalosia excavata est une espèce permienne.

Martinia triquetra est indiqué dans l'Ouralien et le Permien.

Orthoceras annulatum a été signalé depuis le Gothlandien jusque dans le Thuringien ; cette forme offre des affinités avec quatre espèces, *C. undatum* Fleming, *O. scalare* Goldfuss, *O. cyclophorum* Waagen, *O. annulocostatum* Meek et Worthen, qui appartiennent respectivement à l'Ouralien, au Viséen, au Thuringien et au Dinantien. Sa valeur stratigraphique est nulle.

Les affinités de cette faune seraient donc tout autant avec l'Ouralien qu'avec le Permien ; *Proboscidella Kutorgae* qui est le fossile le mieux

conservé est même une forme signalée jusqu'à présent dans le Carbonifère seulement, mais nous avons rappelé plus haut le peu de confiance que l'on est en droit d'accorder aux espèces du genre *Productus* au point de vue stratigraphique. Nous resterions donc fort réservé si nous en étions réduit aux seuls arguments paléontologiques. Heureusement la position de ces lydiennes est parfaitement nette, d'une part elles s'appuient en concordance parfaite, ou à peu près, sur les calcaires anthracolithiques du Bac Son, d'autre part elles supportent les schistes et grès triasiques en concordance si parfaite qu'il est impossible de dire sur le terrain où finit le Primaire et où commence le Secondaire.

M. Mansuy a bien déterminé *Pseudomotis* cf. *Griesbachi* dans des grès fins schisteux à 500 mètres au Nord de la gare de Lang Nac, mais il est impossible d'attribuer une valeur quelconque à de telles formes ; on pourrait aussi bien en faire du Permien que du Trias.

Nous avons découvert autour de Lang Nac quelques gisements de calcaires à Fusulinidés, deux de ceux-ci [F. 265 et F. 608] sont l'un au Nord, l'autre au Sud des lydiennes, sous leur prolongement ; l'un d'eux (F. 265) renferme

Schwagerina Verbeeki Geinitz
Neoschwagerina sp.

Ce gisement appartient au Permien, même au Permien supérieur ; en effet, le sentier qui descend de Lung Thi dans la vallée au Sud-Ouest de Lang Nac rencontre des tufs au milieu desquels émergent des têtes de calcaires (F. 350) contenant

Schwagerina Verbeeki Geinitz
Sumatrina Annae Volz.

Ce gisement (F. 350) appartenant au Permien supérieur est lui-même inférieur au premier (F. 265).

L'autre gisement (F. 608) contenant

Doliolina lepida Schwager var. *pseudolepida* Deprat
Fusulinella inflata Colani

appartient au Permien inférieur.

La position de ces calcaires indique que les lydiennes de Lang Nac sont supérieures à un terme calcaire du Thuringien ; elles admettent peut-être un équivalent latéral calcaire, mais cela paraît peu probable. Tout concorde à faire attribuer les lydiennes de Lang Nac à la terminaison du Permien supérieur.

Comparée à la faune de Hongay, celle de Lang Nac offre des éléments différents spécifiquement mais assez comparables génériquement, *Productus* et *Orthoceras* ; *Orthoceras cyclophorum* est très voisin, d'ailleurs, de *O. annulatum*. Mais il y a des Lamellibranches à Hongay ; la pré-

sence d'une Ammonite à Lang Nac et la nature lithologique font supposer que ces lydiennes se sont déposées dans des conditions moins littorales que les grès de Hongay.

Nous ne pouvons malheureusement pas suivre beaucoup l'extension de ces lydiennes. En effet, des roches très semblables s'observent dans le Dévonien et à l'état de lits très minces dans les calcaires anthracolithiques, elles peuvent prêter à confusion.

A 16 kilomètres de Lang Nac, au Sud de Khon Loc, des lydiennes rigoureusement identiques, offrent la même texture, et parfois le même fin rubannement en lentilles, elles avoisinent des calcaires permien où nous avons trouvé, comme près de Lang Nac, *Fusulina prisca* Deprat ; leur pendage net indique qu'elles leur sont superposées ; elles supportent des schistes et rhyolites triasiques. Ces calcaires pointent au milieu du Trias, ils jalonnent la jonction souterraine du Bac Son et du petit massif de Dong Dang. Au Nord de ces calcaires entre Dong Quan et Na Phat, ces lydiennes forment les éboulis d'une pente ; en plaque mince, certaines parties se montrent à moitié formées de restes organiques que nous considérons, par comparaison avec des figures de Cayeux [1916. Pl. XX], comme des débris de *Gyroporella*, genre surtout triasique mais existant déjà au Permien. L'affleurement de Khon Loc ne nous a donné qu'un fragment de *Reticularia* (?), de toute façon il s'agit d'un Brachiopode paléozoïque.

Le chemin de Ba Xa à Cho Bai rencontre des lydiennes semblables situées entre le Trias et les calcaires anthracolithiques.

Au Sud de Du Kin, à Con Ké, des débris de lydiennes se trouvent encore entre les calcaires permien du Bac Son et le Trias, mais leur position est moins nette.

Il en est de même à 12 kilomètres au Nord-Nord-Ouest de Van Linh.

Tous ces gisements sont situés entre Lang Nac et la pointe de Trias qui s'enfonce dans le Bac Son jusqu'à Tri Lé ; il en est de même des schistes durs silicifiés de Cho Bai dont l'âge mérite d'être discuté spécialement.

Cette formation ne nous est connue que par des éboulis provenant d'une masse supérieure aux calcaires anthracolithiques et inférieure au Trias, possédant donc une position identique à celle des lydiennes à *Productus* de Lang Nac ; lithologiquement ces deux gisements se ressemblent singulièrement. Ainsi nous avons déjà de fortes présomptions pour attribuer ces schistes silicifiés au Thuringien supérieur, mais les rares fossiles trouvés à Cho Bai (F. 304 A) doivent retenir notre attention.

Les Brachiopodes sont un Spiriféridé (?) inutilisable et une forme que nous ne pouvons comparer à aucun genre triasique mais qui est fort voisine sinon identique à une des deux espèces de *Martinia*, *M. semiglobosa* et *M. triquetra* Gemmellaro ; nous avons justement comparé à cette dernière espèce, un des fossiles permien de Lang Nac.

Les Ammonites sont représentées par un débris de tour avec cloison triaénidienne et par *Ophiceras* sp. aff. *O. Dharma* Diener et *O. aplanatum* White.

La première Ammonite nous engage encore à rapporter ces fossiles au Permien, aucun genre à cloison triaenidienne n'étant jusqu'à présent signalé dans le Trias inférieur. Par contre l'*Ophiceras* offre des affinités avec des formes de cet étage, en effet, *O. Dharma* est signalé des *Otoceras* beds de l'Himalaya et *O. aplanatum* des *Meekoceras* beds de l'Idaho. Des *Ophiceras* sont signalés à l'extrême base du Trias dans des couches considérées d'ailleurs par certains géologues, Frech par exemple, comme permienues (*O. tibeticum* des couches à *Otoceras*) ; il n'en est pas indiqué dans le Permien. Mais il est classique que les *Lecanitidae* passent insensiblement du Permien au Trias. En fait, nous avons trouvé des affinités très grandes entre l'*Ophiceras* de Cho Bai et quelques espèces, les une éotriasiques, les autres permienues comme *Xenodiscus plicatus* Waagen, *Xenaspis carbonarius* Waagen.

La présence d'un *Ophiceras* dans le Thuringien tout à fait terminal du Tonkin n'a donc rien qui doive nous étonner ; de même, le genre *Otoceras* du Trias inférieur de l'Himalaya apparaît dès le Permien à Djoulfa.

Nous considérons les schistes à *Ophiceras* de Cho Bai comme équivalents des lydiennes permienues à *Productus* de Lang Nac.

Peut-être nous sera-t-il objecté que les fossiles de Cho Bai peuvent provenir de deux niveaux différents, mais nous ne voyons aucune raison pour ne pas admettre l'âge permien de l'ensemble.

V. — La question de la brèche de base de l'Ouralien

Nous devons dire quelques mots de la prétendue brèche de transgression de l'Ouralien que des observateurs croient avoir remarquée. Il s'agit en réalité de brèches d'origine mécanique et celles-ci s'observent dans toute la masse, donc parfois à la base comme aussi au sommet. Il existe d'ailleurs tous les termes de passage entre de vraies brèches tectoniques et des calcaires simplement bréchoïdes. Mais la plus grave critique qui doit être apportée à l'hypothèse de la brèche de base, vient de sa composition même ; les calcaires qui la forment n'appartiennent pas aux termes sous-jacents mais à la masse même de la formation. Nous pouvons citer des brèches dont les morceaux contiennent des fossiles par exemple des *Fusulinidés* du Permien inférieur (F. 9) ou qui sont en contact avec le Trias ; au Nord de Ban Hau, sur la bordure orientale du Bac Son, existe, au-dessus du Permien à *Neoschwagerima globosa*, une brèche typique contre laquelle s'appuient les schistes triasiques, ceux-ci ont été soumis à des étirements et glissements très nets. Quant à la prétendue brèche de transgression elle serait loin d'être continue ; la position de la brèche à la base de la formation n'est qu'un cas particulier, selon toute probabilité on doit l'observer moins souvent que dans des niveaux quelconques, c'est ce que nous avons vérifié. Nous ferons grâce au lecteur des détails fastidieux de nos observations. La

composition de la brèche empruntée aux termes supérieurs condamne d'ailleurs de la façon la plus parfaite l'hypothèse de la brèche de transgression.

M. le Commandant Zeil [1907. — p. 8] disait que la formation calcaire était à la base « souvent pseudobréchoïde », cette affirmation est très exacte, en ce sens qu'il ne s'agit pas d'une brèche sédimentaire et qu'elle n'est pas générale, mais elle n'est pas complète puisque la structure bréchoïde peut s'observer à tous les niveaux.

Le ciment de ces brèches peut être du calcaire gris broyé ou de la calcite pure largement cristallisée, il est parfois rouge comme la terra rossa ; les éléments peuvent être de la même couleur ou polygéniques, des fragments noirs et blancs ou gris voisinent ; leur taille est des plus variable, la brèche peut avoir été presque pulvérisée.

CHAPITRE VI

TRIAS

La stratigraphie du Trias (1) est plus délicate à exposer, nous devons successivement décrire par régions ses différents aspects. Mais, auparavant, nous nous occuperons en général des fossiles et des niveaux qu'ils permettent de distinguer. Les organismes rencontrés sont surtout des Lamellibranches, quelques Ammonites, rarement des Brachiopodes ou des Gastropodes, des Echinodermes. Quelques débris de végétaux sont inutilisables. Les Lamellibranches ne fournissent que de très mauvais renseignements, ceux qui sont dénués d'ornements tels que certains *Pecten*, *Myophoria*, *Anoplophora*, ont une valeur absolument nulle, on peut à peine se reposer sur eux pour affirmer l'âge triasique d'une formation. Les charnières et impressions sont pratiquement toujours inconnues, les attributions génériques sont incertaines le plus souvent. Les formes ornées sont plus utiles, mais ne permettent pas encore de préciser les niveaux. Les Ammonites donnent de meilleurs résultats à condition de les déterminer avec prudence, il suffit de constater que les renseignements fournis par différentes espèces d'un gisement ne coïncident pas toujours ; mais lorsque les cloisons sont conservées, ils concordent ; le gisement à *Monophyllites Suessi* du Nui Vinh Yen (F. 205) en est un exemple.

Il n'y a nullement à s'étonner des indications contradictoires que fournissent les mauvais fossiles dont nous avons parlé. Il n'y a qu'à les négliger systématiquement.

I. — Historique

Avant notre arrivée, des essais de stratigraphie du Trias avaient été donnés par MM. Mansuy [1919. — p. 143 sqq.] et Giraud [1918]. Nous signalerons tout de suite le premier et ne parlerons du second qu'au cours des nos études régionales.

(1) Les premiers fossiles triasiques de cette région ont été signalés par M. le Général Jourdy, il s'agit de quelques Lamellibranches découverts au Sud de Thanh Môï.

M. Douvillé [1896] a fait connaître ensuite une Ammonite du genre *Norites*, que Diener attribua avec réserve, au Trias inférieur, d'après le stade peu évolué des sutures. Elle provenait de la voie ferrée entre Lang Nac et Lang Son, le gisement n'a pas été retrouvé.

M. Mansuy a groupé les formations de l'Est du Tonkin de la façon suivante.

I. — Schistes noirâtres à Ammonites, route de Lang Nac à Lang Son (kilomètre 26).

Ces Ammonites écrasées sont comparables au genre *Hungarites* Mojsisovics.

II. — Schistes à *Pseudomonotis Griesbachi* et *Danubites* de la région de Pho Binh Gia et de Lang Son.

A ce terme sont attribués :

Pseudomonotis Griesbachi Bittner

Danubites sp.

Columbites sp.

Inyoites cf. *Oweni* Hyatt et Smith.

III. — Schistes à *Myophoria inaequicostata*, *M. Goldfussi*.

Ces schistes renferment dans la région qui nous occupe

Spiriferina cf. *Griesbachi* Bittner (1)

Terquemia sp.

Lima cf. *subpunctata* d'Orbigny

Pecten cf. *tubulifer* Münster

P. cf. *ussuricus* Bittner

P. sp.

Avicula cf. *Frechi* Bittner

A. cf. *obtusa* Bittner

A. sp.

Hoferia duplicata Münster

Pseudomonotis cf. *Ywanovi* Bittner

Hoernesia cf. *Joannis Austriae* Klipstein (2)

H. sp.

Palaeoneilo cf. *faba* Wissmann

P. cf. *elliptica* Goldfuss

Myophoria laevigata v. Alberti

M. inaequicostata Klipstein (3)

M. Goldfussi v. Alberti

M. cf. *orbicularis* Bronn

(1) *Spiriferina* sp. aff. *Griesbachi* Bittner, d'après nos révisions.

(2) = *Hoernesia inflata* Mansuy d'après M. Mansuy [1919. I. — p. 8].

(3) Cette myophorie bien que maintes fois signalée n'est pas comme sûrement en Indochine.

Anoplophora cf. *Griesbachi* Bittner
A. cf. *fassaensis* Wissmann
Cuspidaria sp.
Pseudomelania sp.
Zygopleura sp.
Coelostylina (?)
Ceratites cf. *Aivarata* Diener
Clionites cf. *Salteri* Mojsisovics (1)
Paratibetites (?)

IV. Schistes à *Myophoria laevigata* du Mau Son, feuille de Lang Son, à

Myophoria laevigata v. Alberti
M. radiata Loczy (2)
Cuspidaria sp.

Les termes I et II sont rapportés par M. Mansuy au Trias inférieur, les termes III et IV au Trias moyen, pourtant certaines Ammonites seraient attribuables au Trias supérieur.

Pseudomonotis Griesbachi du terme II est une forme dont on ne peut pas tenir compte.

Les schistes à *Danubites* attribués au Trias inférieur, sont en réalité mal datés. En effet le genre *Danubites* persiste dans le Trias moyen, Diener [1895] a signalé *D. Dritarashtra* Diener du Muschelkalk himalayen, *D. kansa* Diener et *D. Ambika* Diener du calcaire virglorien de Chiticun et c'est peut-être avec cette dernière espèce que les formes de Lang Son présentent le plus d'affinités (3). Frech [1911. — p. 208] a comparé un des *Danubites* de ce gisement à *Danubites Strongi* Hyatt et Smith du Trias inférieur de l'Amérique du Nord (Meekoceras beds) mais il concluait à l'impossibilité de dater exactement ce niveau. Quant aux *Columbites* et *Inyoites*, ils ne sont représentés que par de bien mauvais restes ; M. Bourret [1922. — p. 108] ayant attribué à ce niveau

Ceratites sp. aff. *C. trinodosus* v. Hauer, il devient tout aussi licite, sinon plus, d'attribuer ces schistes au Virglorien. Toutefois nos observations sur le terrain nous les font considérer comme d'un niveau assez peu élevé du Trias moyen et ne nous interdiraient pas d'en faire du Trias inférieur.

Quant aux termes III et IV, il n'y a aucune raison paléontologique pour les séparer. M. Mansuy a d'ailleurs glissé dans la liste III une forme du

(1) Il s'agit en réalité d'une variété de *Margarites samneuensis* Mansuy (= *Ceratites samneuensis* Mansuy).

(2) Nous avons pu démontrer que *Myophoria radiata* Loczy est identique à *M. Goldfussi* v. Alberti ou n'en est qu'une variété.

Les comparaisons avaient été avec *Danubites himalayanus* Griesbach [Lantenois 1907. — p. 25] avant d'être avec *D. lissarensis* et *D. aff. planidorsata* Bittner.

Mau Son, *Myophoria laevigata*. Par contre, si certaines formes sont morphologiquement attribuables au Trias moyen, les Ammonites des genres *Margarites* (non *Clionites*) et *Paratibetites* doivent être rangées dans le Trias supérieur ainsi que les fossiles qui les accompagnaient, *Lima* cf. *punctata*, *Avicula* sp., *Myophoria* sp., *Cuspidaria* sp.. Nous reviendrons d'ailleurs sur ces formes au sujet de nos récoltes.

Si l'on examine attentivement la liste raisonnée donnée par M. Mansuy, on remarque que les gisements n'ont fourni chacun que 2, 3 ou 4 fossiles, 1 le plus souvent. D'autre part, aucune forme, à l'exception de *Myophoria Goldfussi*, n'est déterminée rigoureusement. Douze d'entre elles sont comparées à des espèces de Saint-Cassian, résultat qui peut paraître intéressant si l'on ignore que ces déterminations ont été faites à l'aide d'une bibliographie très limitée dont la monographie de Bittner sur Saint-Cassian était la plus importante et contenait à elle seule plus de figures que toutes les autres réunies. Les trois comparaisons avec le Trias inférieur de Vladivostock s'expliquent de façon analogue. En éliminant ces 15 formes, il n'en reste que bien peu, les gisements contenant *Spiriferina* sp. aff. *S. Griesbachi*, *Anodontophora* cf. *Griesbachi* peuvent alors, être aussi bien considérés comme néotriasiques que comme méso-triasiques.

Il ne reste que trois gisements ayant donné chacun un des fossiles suivants du Trias moyen :

Ceratites cf. *Airavata*
Myophoria Goldfussi
M. cf. *orbicularis*.

C'est pauvre. De cette discussion, il résulte que la plupart des gisements attribués autrefois au Trias moyen ne sont pas datés, que quelques-uns peuvent ou doivent être rangés dans le Trias supérieur.

II. — Recherches personnelles :

Divisions reconnues et listes de fossiles.

Les gisements que nous avons découverts nous ont donné plus de fossiles, une discussion raisonnée des arguments paléontologiques nous permet de reconnaître les grandes coupures du Trias.

Les termes que nous séparons sont les suivants :

WERFÉNIEN I. L'existence de ce niveau n'est établie que stratigraphiquement par suite de la continuité du Permien et du Trias. Nous rappelons que malgré les affinités d'un *Ophiceras*, nous attribuons au Thuringien supérieur, les schistes silicifiés de Cho Bai, il s'agit là d'un terme de passage.

VIRGLORIEN II. Grès à *Monophyllites*, équivalents des couches à *Ceratites trinodosus* v. Hauer, à

Beyrichites sp. aff. *B. reuttense* Beyrich
Ceratites sp. comparable à des *Ceratites* du Groupe des *circumPLICATI* de Mojsisovics
Monophyllites Suessi Mojsisovics
M. cf. Confucii Diener.

LADINIEN III. Schistes à *Myophoria Goldfussi* v. Alberti, à

Enerinus cf. *liliiformis* Lamarck
Isocrinus sp. aff. *I. californicus* Clark
Dentaliidae
Pseudomonotis (?) rappelant *P. austriaca* Bittner
Cassianella sp. aff. *C. gryphaeata* Münster et *C. tenuistriata* Münster
Gervilleia cf. *exporrecta* Lepsius
G. nov. sp. aff. *G. exporrecta* Lepsius
Hoernesia crispissima n. sp.
Langsonella cf. *elongata* Mansuy
Lima cf. *subpunctata* d'Orbigny
L. chobaiensis n. sp. aff. *L. Pichleri* Bittner
Pecten cf. *subdemissus* Münster
P. sp. aff. *P. Albertii* Goldfuss
Pleurophorus sp. (à rapprocher de *P. perlongus* Boehm)
Modiola cf. *raibliana* Bittner
Nuculana tirolensis Wöhmann
Macrodon (?) n. sp.
Anodontophora Münsteri Wissmann var. *khonvenensis* n. var.
A. n. sp. aff. *A. Münsteri* Wissmann
Myophoria Goldfussi v. Alberti
M. elegans Dunker.

LADINIEN IV. Tufs à *Myophoria laevigata* v. Alberti, à

Halobia (?) cf. *comata* Bittner comparable aussi à
H. fluxa Mojsisovics
Gervilleia sp. aff. *G. costata* v. Schlotheim
Hoernesia chobaiensis nov. sp. aff. *H. Joannis* Austriae Klipstein
Pecten cf. *subdemissus* Münster
Myophoria laevigata v. Alberti
M. Goldfussi v. Alberti
M. sp. comparable à *M. balatonensis* Frech
Megalodon sp. aff. *M. rimosus* Münster et *M. anceps* Laube

CARNIEN V. Calcaires marneux à Lamellibranches et ossements de Reptiles, à

Isocrinus sp. aff. *I. cupreus* Bather
Lima (*Plagiostoma*) sp. aff. *L. subpunctata* d'Orbigny et
L. mysica Bittner
Lima (*Limatula*) *Joleaudi* n. sp.
Palaeoneilo (?) sp. aff. *P. zacatecana* Burekhardt
Anodontophora *Griesbachi* Bittner
A (?) cf. *canalensis* Catullo
Trigonodus sp. aff. *T. costatus* v. Wöhrmann
Myophoria sp. aff. *M. Whatheleyae* Bittner
M. sp. aff. *M. Middlemissii* Diener
M. (?) cf. *plana* von Wöhrmann
Cardita (?)
Gonodon n. sp. aff. *G. modestus* Boehm
Burmesia (?)
Cuspidaria sp.
Reptiles

Cette faune de Lamellibranches peut être considérée comme pygmée.

CARNIEN VI. Schistes à *Paratropites Phoebus* v. Dittmar, équivalents des couches à *Tropites subbullatus* Hauer, à

Pentacrinus sp. aff. *P. dubius* Stromb.
Rhynchonella banfanensis n. sp. (aff. *R. trinodosi* Bittner
et *R. angulifrons* Bittner)
Rhynchonella (*Jacobella*) *bacsonensis* n. sp.
Rhynchonella (*Norella*) *Kingi* Bittner
Gervilleia sp. aff. *G. exporrecta* Lepsius
Hoernesia (?) cf. *inflata* Mansuy
Rhynchopteris tonkinensis n. sp. aff. *R. perna* Boehm
Lima cf. *subpunctata* d'Orbigny
Nuculana n. sp.
Myophoria sp.
Paratropites Phoebus von Dittmar
Atractites (?)

TRIAS SUPÉRIEUR VII. Carnien ou Norien, peut-être en partie équivalent du terme précédent, à

Encrinus sp.
Spiriferina (*Mentzelia*) sp. aff. *S. Mentzeli* Dunker
Spiriferina bacsonensis n. sp. (affinités lointaines avec *S.*
Griesbachi Bittner)
S. cf. *lilangensis* Stoliczka
Gastropode
Dentaliidé

Avicula (Leptodesma) cf. *Torelli* Boehm
Pseudomonotis sp.
Gervilleia (Odontoperna) sp. aff. *G. Bouei* Hauer et *G. exilis* Stoppani
Hoernesia sp. aff. *H. inflata* Mansuy
Lima Bourreti n. sp.
Pecten cf. *subdemissus* Münster
Nucula rotunda Bittner
N. strigilata Goldfuss
N. cf. subaequilatera Schafhault
N. sp. rappelant *N. strigilata* Goldfuss
Nuculana (Veteranella) strenua n. sp.
Anodontophora Elisabethae n. sp.
^(?)*Myophoria elegans* Dunker
Myophoria sp.
Margarites samneuensis Mansuy var. *poninensis* nov. var.
Buchites ^(?) sp. aff. *B. modestus* v. Buch
Paratibetites ^(?)
Helictites sp. aff. *H. Benecke* Mojsisovics
Cypridina tonkinensis nov. sp.

Nous avons laissé volontairement de côté certains gisements triasiques dont l'âge est mal précisé, nous les avons cités à propos de nos descriptions de fossiles [Patte. 1926] et les discuterons le cas échéant, au cours du travail.

Ces listes permettent les comparaisons stratigraphiques suivantes ; nous laisserons de côté certaines formes dont la détermination est trop incertaine ou dont la valeur stratigraphique est faible.

a) Grès à *Monophyllites*.

Monophyllites Suessi Mojsisovics, *M. Confucii* Diener, *Beyrichites reuttense* Beyrich et le groupe formé par les espèces très voisines, appartiennent au niveau à *Ceratites trinodosus* de la Province méditerranéenne ou de l'Himalaya.

b) Schistes à *Myophoria Goldfussi*.

Les seuls fossiles à retenir sont *Myophoria Goldfussi* v. *Alberti* et *M. elegans* Dunker. La première de ces espèces est considérée comme caractéristique de la Lettenkohle c'est-à-dire du Ladinien supérieur. La seconde est signalée en Allemagne à un niveau inférieur, dans le Schaumkalk (Virglorien), mais, en Asie, au Yunnan, elle est associée à la première (= *M. radiata*) et à *Encrinus liliiformis*.

c) Tufs à *Myophoria laevigata*.

Cet horizon est extrêmement voisin du précédent et pourrait, sans gros inconvénients, être confondu avec lui ; d'ailleurs, il fournit encore *Myophoria Goldfussi*.

Hoernesia chobaiensis n'est peut-être qu'une variété de *H. Joannis Austriae* Klipstein du Ladinien de Saint-Cassian et du Carnien de Raibl.

Myophoria laevigata v. Alberti est souvent signalé d'un niveau inférieur à celui à *M. Goldfussi*, ainsi Frech, en figure du Schaumkalk, mais cette espèce monte dans le Muschelkalk supérieur ; la valeur stratigraphique de ce fossile signalé dès le Werfénien de Recoaro est difficile à discuter car des formes similaires ont dû souvent être confondues avec le type de l'espèce. D'après Bronn, celle-ci se trouverait depuis le Grès bigarré jusqu'aux dernières couches dolomitiques renfermant *M. Goldfussi* ; d'après Haug [1908-1911. — p. 872], les deux espèces coexistent dans le Muschelkalk ibérique ; l'association de ces deux myophories au Tonkin n'est pas anormale.

d) Calcaires marneux à ossements de Reptiles.

Anodontophora Griesbachi Bittner est une forme du Carnien (Tropites beds) et du Norien (Juvavites beds, Halorites beds, Sagenites beds) de l'Himalaya.

Les *Myophoria* sont rapprochées de *M. Whateleyae* du Carnien de Lombardie et de *M. Middlemissii* du Trias supérieur du Kashmir.

Les affinités des autres fossiles sont avec des formes néotriasiques, spécialement carniennes, sauf quelques rares exceptions qui n'ont d'ailleurs qu'une valeur nulle au point de vue stratigraphique, *Anodontophora* (?) cf. *canalensis*, *Cuspidaria* sp..

e) Schistes à *Paratropites Phoebus*.

Rhynchonella banfanensis a des affinités avec des espèces du Virglorien et du Trias supérieur.

R. bacsonensis est voisin de *R. Middlemissii* Bittner du Muschelkalk himalayen et de *R. dilatata* Suess du Carnien de Hallstatt.

Rhynchopterus tonkinensis est proche de *R. perna* du Carnien de l'Île aux Ours.

Enfin, *Paratropites Phoebus* v. Dittmar est un fossile du Carnien supérieur (Zone à *Tropites subbullatus*).

f) Schistes à *Margarites*.

Mentzelia Mentzelii Dunker, considéré comme caractéristique du Virglorien, a été cependant signalé par Diener dans le Carnien de Spiti.

Spiriferina lilangensis Stoliczka appartient au Muschelkalk himalayen, mais *S. shalshalensis*, forme très voisine, est signalée dans le Trias supérieur.

Avicula (Leptodesma) Torelli Boehm est une espèce carnienne de l'Île aux Ours.

Avicula Sturi Bittner est signalé du Carnien du Tirol, de Lunz etc...

Gervilleia Bouei Hauer et *G. exilis* Stoppani appartiennent respectivement au Carnien et au Norien.

Nucula rotunda Bittner et *N. strigilata* Goldfuss sont des formes du Ladinien de Saint-Cassian.

N. subaequilatera Schafhautl est un fossile carnien du Tirol.

Myophoria elegans Dunker est une espèce que nous avons trouvée associée à *M. Goldfussi* ; elle n'est pas, à notre connaissance, signalée dans le Trias supérieur où existent des formes très voisines, *M. Wöhrmanni* Bittner, *M. Urd* Boehm ; sa présence est douteuse.

Le genre *Margarites* indique le Trias supérieur.

Le genre *Helictites* est néotriasique, surtout norien ; *H. Beneckeï* Mojsisovics appartient à un niveau assez bas du Norien (marbres à *Sagenites Giebeli* du Leisling).

Ce niveau doit donc être rapporté au Carnien ou au Norien, il ne diffère peut-être que très peu de celui à *Paratropites*.

III. — Différents types de Trias

Nous étudierons maintenant successivement le Trias du coin de Tri Lé, de Cho Bai, de Diem Her, de Lang Son, celui qui fait la transition entre le pays de Lang Son et le Terrain Rouge d'An Chau, ce Terrain Rouge, le Trias des environs d'An Chau et de Binh Lieu, enfin celui de l'île Kao T'eu.

A. — Trias du coin de Tri Lé.

Au Sud de Pho Binh Gia, les terrains triasiques forment un synclinal s'avancant comme un coin, comme une golfe, dans le massif du Bac Son en direction de Tri Lé. Ce sont surtout des schistes ; à l'Ouest, les formations rhyolitiques s'étendent le long des calcaires primaires ; il existe quelques niveaux calcaires au sein du Trias. Ce sont tantôt les rhyolites, tantôt les schistes qui reposent sur le Paléozoïque, la série est la suivante :

- a) Schistes et rhyolites
- b) Schistes carniens à *Paratropites Phoebus* v. Dittmar et à végétaux.
- c) Schistes à *Margarites* avec niveaux calcaires, inférieurs et supérieurs.

De rares quartzites d'âge indéterminé sont supportés par les calcaires noirs à Ban Trao. Les termes b et c sont peut-être en partie équivalents. Les schistes à *Paratropites* de Ban Fan comme ceux à *Margarites* de Ban Bang reposent sur les rhyolites ; les schistes prolongeant au Sud-Ouest ceux de Con Tuong à *Margarites*, sont également supérieurs à la roche éruptive ; des deux côtés du coin de Tri Lé, les rhyolites sont inférieures au Trias supérieur. Les calcaires triasiques sont en général noirs. Il est intéressant de remarquer que les Ammonites des schistes à *Margarites* de Ban Bang sont parfois transformées en oxyde de fer représentant certainement de la pyrite altérée.

B. — *Trias de Cho Bai et de Diem Her. Les tufs rhyolitiques fossilifères.*

On peut distinguer une suite de termes très voisine de celle du coin de Tri Lé, mais le Trias moyen prend plus de développement et il existe sinon du Trias inférieur, au moins du Permien tout à fait supérieur constituant un terme de passage entre le Primaire et le Secondaire.

La série triasique reconnue se subdivise comme il suit :

- a) Schistes à *Myophoria Goldfussi* v. Alberti
- b) Schistes, tufs à *Myophoria laevigata* v. Alberti et rhyolites
- c) Schistes, calcaires noirs, calcaires marneux à *Anodontophora Griesbachi* Bittner et Reptiles.

Les calcaires anthracolithiques pointent assez souvent au milieu du Trias. C'est au-dessus d'un de ces pointements que se trouvent au Nord-Ouest de Cho Bai les débris des lydiennes à *Ophiceras* sp. aff. *O. Dharma* et *O. aplanatum* White. Plus haut, s'observent les schistes à *Myophoria Goldfussi* v. Alberti. Nous avons discuté précédemment l'âge des lydiennes.

En étudiant l'Anthracolithique, nous avons signalé, au Sud de Khon Loc, des lydiennes permienes, supérieures aux calcaires à *Fusulina prisca* Deprat, qui se voient en affleurement près de Dong Quan ; or Counillon, dans un rapport manuscrit, a signalé, appuyé sur le calcaire primaire de Dong Quan et pendant vers le Sud-Est, un lambeau de schistes gris qui lui ont fourni *Pseudomonolis Griesbachi* du Trias inférieur. Nous avons vu que des Lamellibranches recueillis près des lydiennes de Lang Nac avaient été comparés à cette espèce. Il y a probablement là, comme ici, passage insensible du Permien au Trias.

Les rhyolites sont abondantes tant vers Cho Bai que vers Diem Her ; elles reposent soit sur des schistes triasiques, soit sur les calcaires anthracolithiques.

La position des schistes à *Myophoria Goldfussi* par rapport aux rhyolites n'est pas toujours très nette bien qu'ils soient en contact ; leur position entre le Primaire et les Rhyolites peut être constatée aux environs mêmes de Cho Bai et est conforme aux pendages observés à 7 kilomètres au Sud de Diem Her, près de Khon Cat.

Une succession assez nette peut s'observer également entre Ban Pan et Cho Bai, les Rhyolites supportant des calcaires noirs sont séparées par une masse de schistes, des calcaires anthracolithiques qui affleurent dans le fond de la vallée de Ban Pan ; au Sud-Ouest près de Ban Cuom, ces schistes renferment *Myophoria Goldfussi* (F. 167) et le pendage observé correspond bien à leur situation sous la masse des rhyolites.

La découverte la plus intéressante que nous réservaient les environs de Cho Bai, est celle des tufs rhyolitiques à *Myophoria laevigata* v. Alberti,

situés à 2 kilomètres à l'Ouest-Sud-Ouest de ce marché. Des témoins calcaires s'aperçoivent sur les hauteurs au Nord de Con Nhu, celles-ci sont formées de rhyolites ; mais près du sommet, à côté d'un petit témoin de calcaire noir, nous avons trouvé de grands blocs remplis de fossiles, or, il s'agit de tufs rhyolitiques, nous avons fait tailler des plaques minces qui ne laissent aucun doute à cet égard. Devant l'importance de cette constatation, nous avons soumis nos préparations à M. le Professeur A. Lacroix qui a confirmé notre diagnostic. Nous avons donné plus haut la liste des fossiles que nous avons pu dégager et déterminer, deux seulement sont déterminés rigoureusement *Myophoria laevigata* v. Alberti, *M. Goldfussi* v. Alberti. Les autres éléments de cette faune ont des affinités avec différents étages du Trias, nos observations sur le terrain nous obligent à considérer les tufs comme plus récents que les schistes à *Myophoria Goldfussi* v. Alberti. Un fait est parfaitement établi, l'âge triasique de ces tufs rhyolitiques et c'est là une découverte capitale pour la géologie indochinoise. C'est faute d'avoir connu l'âge des vastes émissions rhyolitiques, que nos devanciers ont été amenés à des considérations tectoniques entièrement fausses. M. Bourret [1922] avait déjà été amené à considérer les rhyolites du Nord-Est du Tonkin comme triasiques, cet auteur en a donné [p. 178] des raisons très sérieuses ; de notre côté, nous avons remarqué l'intime liaison des rhyolites et du Trias ; chaque fois que les schistes se sont montrés fossilifères au voisinage des Rhyolites, ils ont pu être rapportés au Trias ; enfin, nous avons observé la position de la roche éruptive au-dessus du Paléozoïque et sous des calcaires du Trias (1). Cependant M. Charles Jacob ne tenait pas ces preuves pour formelles et balançait encore entre deux hypothèses ; la première admettait l'âge triasique des rhyolites, l'autre expliquait leur venue par montées suivant les plans de charriage lors des grands mouvements tectoniques [Jacob. 1925. 11]. La preuve que nous apportons aujourd'hui est décisive, une faune triasique a été trouvée dans des tufs rhyolitiques.

MM. Lantenois [1907. — p. 43] et Giraud [1918. — p. 37] admettaient une origine exclusivement laccolitique pour les rhyolites. Les tufs de Cho Bai ne s'accordent pas avec une hypothèse aussi exclusive et dont, d'ailleurs, nous n'avons nulle part trouvé confirmation même partielle. La position des rhyolites s'explique toujours sans avoir recours à ce mode de gisement qui s'accorderait, de plus, fort mal avec l'allure généralement très allongée des affleurements et n'expliquerait nullement la localisation des rhyolites au sein du Trias.

Les observations aux environs de Cho Bai tendraient à faire considérer les émissions de rhyolites comme postérieures au dépôt des schistes à *Myophoria Goldfussi* et synchroniques de celui des tufs à *M. laevigata*,

(1) Remarquer en particulier, sur nos cartes, la disposition régulière des rhyolites au sein du Trias en auréole autour du massif paléozoïque du Bac Son.

il faut se garder de conclure de façon aussi absolue, les premiers de ces schistes peuvent aussi avoir été contemporains des manifestations volcaniques.

Au-dessus des rhyolites, nous avons observé, en superposition généralement très nette, une formation de schistes et de calcaires. La succession et le contact sont particulièrement nets entre Ban Pan et Khon La, au Sud-Est de Du Kin ; les calcaires noirs légèrement plissés en anticlinal coiffent un éperon de rhyolites. Parfois des calcaires ne reposent pas sur les rhyolites mais sur des schistes triasiques ou même sur les calcaires anthracolithiques. La région de Du Kin est fort instructive à cet égard. A l'Ouest de ce marché, le calcaire noir triasique incliné de 50° au Nord-Ouest repose au Sud de Na Lan sur les calcaires gris à *Fusulinidés* (F. 334A) ; à proximité, soit au Sud-Ouest, soit au Nord-Est, les rhyolites s'interposent entre ces deux formations ; plus au Nord-Ouest et au Nord vers Quan Hao, réapparaissent des calcaires interstratifiés dans des schistes.

A un kilomètre du poste de Diem Her, des tufs rhyolitiques supportent des calcaires noirs ; plus près du poste, d'autres calcaires apparaissent interstratifiés dans des schistes. Ces faits sont la règle dans les régions de Diem Her et de Du Kin. Ces calcaires forment une traînée longeant, en avant du Permien, la limite de ce terrain et du Trias à partir de Du Kin en direction de Tri Lé, mais de ce côté ils diminuent d'importance au profit des schistes du Trias supérieur. Par contre, au Nord de Du Kin, ils sont développés et tapissent jusqu'à My Let le fond érodé d'un synclinal aplati. A 7 kilomètres au Nord-Est de Pho Binh Gia, ces calcaires apparaissent sporadiquement sous forme d'une roche schisteuse d'un noir mat, encore au voisinage immédiat de rhyolites.

Dans les régions où ce faciès calcaire est le moins développé, il paraît constituer des amas limités, il en est de même en général de ce faciès dont la distribution lenticulaire rappelle en petit celle du *Muschelkalk* en Europe, sur la répartition duquel, Suess en particulier, a insisté [Suess. II. p. 419].

C. — *Trias de Lang Son.*

A l'Est du méridien de Diem Her, les affleurements rhyolitiques couvrent de grandes superficies ; mais c'est surtout un nouvel élément, le Terrain Rouge qui va caractériser le Trias de Lang Son ; il ne se présente, il est vrai, qu'à l'Est et au Sud de cette ville. Les différentes coupures que nous avons adoptées pour décrire le Trias ne correspondent pas à des démarcations bien tranchées sur le terrain ; le Trias de Lang Son se relie intimement avec celui de Diem Her.

Les termes composant le Trias aux environs de Lang Son sont les suivants :

1) WERFÉNIEN ET VIRGLORIEN : complexe schisto-gréseux, avec quelques niveaux calcaires interstratifiés, inférieur aux Rhyolites.

2) Rhyolites (1)

3) TRIAS SUPÉRIEUR. — Schistes à *Margarites* et calcaires noirs interstratifiés.

4) Complexe de schistes gris noir et de Terrain Rouge schisto-gréseux.

Le Trias inférieur existe certainement, bien que non caractérisé paléontologiquement de façon sûre. Nous avons vu, en étudiant le Permien, que rien ne permet de limiter les lydiennes à *Productus* de Lang Nac des schistes triasiques. En suivant la route de Lang Nac à Lang Son on se trouve en présence d'une formation schisto-gréseuse de pendage identique à celui du Permien ; tout près de Lang Nac a été trouvé un *Lamelibranchia* déterminé par M. Mansuy, *Pseudomonotis* cf. *Griesbachi*, mais on ne peut pas faire état de ces formes pour affirmer qu'il s'agit de Trias inférieur. A part de rares pendages en sens inverse, les schistes avec quelques couches gréseuses interstratifiées sont inclinées vers l'Est conformément aux couches de base et au Permien ; 200 mètres à peine avant de rencontrer les rhyolites, des schistes renferment de mauvaises Ammonites complètement aplaties, rappelant celles que M. Mansuy a comparées avec doute au genre *Hungarites* qui indiquerait le Trias inférieur ; les échantillons que nous avons recueillis ne peuvent fournir aucune indication. On peut seulement affirmer qu'un complexe schisto-gréseux très épais s'étend entre le Permien et les Rhyolites du Trias moyen.

Nous ne sommes pas mieux renseigné sur l'âge des schistes à *Danubites* découverts par Counillon à Khon Nua, à 3 kilomètres à l'Ouest de Lang Son. L'existence de couches de grès, l'abondance des débris végétaux, dont les tiges peuvent former un vrai feutrage, attestent leur caractère néritique, les couches fossilifères sont presque en contact avec les rhyolites qui les surmontent. Nous avons discuté l'âge de ce gisement en étudiant les termes triasiques reconnus par M. Mansuy.

L'étude du Trias est d'ailleurs fort délicate dans cette région ; les tranchées de la route de Lang Son à Lang Nac permettent de voir l'allure tourmentée des couches qui se renversent parfois. Les termes supérieurs aux rhyolites sont mal représentés à l'Ouest de Lang Son. Par contre au Nord, des schistes fossilifères à *Margarites samneuensis* var. *poninensis*, jaunes par altération, reposent sur les rhyolites. Des calcaires noirs y sont interstratifiés. Ils supportent des schistes violacés du Terrain Rouge au-dessus desquels le faciès schisteux normal du Trias réapparaît plusieurs fois.

Les calcaires triasiques sont la plupart noirs, un peu marneux, à cassure mate, mais cet aspect est loin d'être général. Il existe des échantillons de calcaire gris clair que rien ne permet de distinguer de ceux de l'Anthracolithique. Toutefois, lorsque l'on peut suivre un affleure-

(1) Il va sans dire que cette formation éruptive n'est pas continue.

ment assez étendu, on voit que ce type fallacieux ne se continue pas longtemps, les calcaires triasiques sont généralement hétérogènes, parfois marneux ou d'un aspect mat, jaunâtre ou rosé ; ils contiennent très souvent de fines veinules argileuses. Malgré tout, il faut être très prudent dans l'utilisation de ces faciès. Même les calcaires noirs peuvent prêter à confusion, soit avec le Dévonien, soit avec le Carbonifère ou le Permien.

Nous avons observé deux cas de calcaires oolithiques, l'un d'eux très net, au Nord de Diem Her, l'autre près de Khon Ho au Sud de Lang Son. Celui-ci renferme de la dolomie secondaire dans les fentes de la roche et est inférieur aux rhyolites, celui-là leur est supérieur.

M. Lantenois [1907. — p. 24] a signalé, sur la route coloniale de Lang Son à Loc Binh, dans les schistes triasiques, au contact avec les calcaires anthracolithiques, un petit banc de poudingue à ciment calcaire et composé de galets empruntés à ces calcaires. Cette observation a été faite à une époque où l'étude des brèches tectoniques était peu familière et où celles-ci étaient généralement interprétées comme des conglomérats sédimentaires. Aujourd'hui l'étude des grandes chaînes de montagnes nous a fait connaître l'importance des formations mylonitiques. Nous avons vu sur la route de Loc Binh, à 2 kilomètres à l'Est de Lang Son, sur une épaisseur de 1^m50, au contact des calcaires anthracolithiques et du Trias, une brèche calcaire ; les éléments sont assez petits, de taille irrégulière et anguleux. La roche a, de plus, tout l'aspect d'une brèche tectonique. A l'Est, les schistes triasiques sont verticaux, avec une légère tendance à se déverser vers l'Est, ils sont peu épais et les Rhyolites se rencontrent aussitôt après. L'étude des environs immédiats révèle d'ailleurs un amincissement des termes supérieurs aux rhyolites. Les coupes des environs de Lang Son montrent parfois des exemples très nets d'étirements et de dislocations. Le prétendu poudingue de base du Trias n'est donc qu'une brèche d'origine mécanique, le Trias ayant glissé sur son substratum paléozoïque.

Les « *conglomeratic limestones* »

Une autre formation à allure de conglomérat mérite notre attention, nous l'avons rencontrée aux environs de Lang Son sur la route qui passe près des rochers de Ky Lua et longe le Song Ky Cong. A 12 kilomètres au Sud de cet affleurement, à Khon Ho, à l'Est du chemin de fer, il en existe un autre dans des conditions identiques. Au milieu des schistes triasiques inférieurs aux rhyolites, apparaissent des conglomérats calcaires à ciment plus ou moins argileux, les éléments en sont plats, ce sont des plaquettes toujours minces, et plus ou moins longues, nous avons mesuré une longueur de 400 millimètres et une épaisseur de 12 millimètres pour une de ces plaquettes, mais elles peuvent être beaucoup plus petites ; souvent elles sont orientées parallèlement, parfois au contraire elles sont sans ordre. Le problème de leur origine est délicat, nous avons trouvé dans le compte-rendu d'exploration en Chine d'Eliot

Blackwelder [1907. vol. 1. fasc. II. Pl. III. pp. 384-391] des figures parfaitement identiques à nos échantillons. Cet auteur nomme ces roches « *Conglomeratic limestones* ». Walcott les avait précédemment décrites sous le nom d'« *intraformational conglomerates* » et avait insisté sur ce fait que ces conglomérats apparaissent au milieu de formations sans traces de discordance. Pour expliquer leur genèse, Blackwelder s'est trouvé en présence de cinq hypothèses :

a) Les éléments seraient des fragments produits par des mouvements différentiels dans les calcaires schisteux en lits minces.

b) Ce seraient des concrétions formées *in situ* pendant ou après la formation de la roche.

c) Ce seraient des organismes ou des fragments de leur agrégats.

d) Les galets dériveraient de calcaires plus anciens brisés et cimentés.

e) Ils représenteraient des lentilles provenant d'un début de solidification dans une boue calcaire déposée dans des eaux néritiques et sujette à des perturbations partielles et à des déplacements dus aux vagues et aux courants.

Nous avons été amené, avant la lecture de Blackwelder, à envisager une genèse semblable à la première hypothèse. Cet auteur la rejette au contraire, il trouve cette roche différente des brèches de friction. Nous sommes parfaitement d'accord sur ce point, mais il est permis d'envisager des ruptures de petits lits de calcaires par suite de déformations au sein d'une masse plastique, suffisantes pour les briser en plaquettes, non pour les réduire en fragments comme dans une roche écrasée. Nos observations aux environs de Lang Son nous permettent d'opter pour cette hypothèse. Les échantillons de Ky Lua diffèrent un peu de ceux de Khon Ho, les plaquettes sont plus larges, pouvant atteindre 45 centimètres ; elles sont peu dérangées ; en quelques points les plaquettes sont encore si régulièrement disposées que l'on n'hésiterait pas à y voir un calcaire en lits minces séparés par des filets argileux, mais leur arrangement primitif aurait déjà été altéré, les éléments tendant à se chevaucher et quelques-uns n'étant plus orientés ; en d'autres points, la dislocation a été plus intense, les éléments s'orientent par groupes dans des directions différentes. Il serait cependant permis de considérer une telle roche comme un conglomérat sédimentaire formé aux dépens de calcaires plus anciens se débitant en plaques ; à l'appui de cette thèse, on pourrait alléguer la forme arrondie des extrémités des éléments qui seraient des galets ; un examen superficiel pourrait faire invoquer l'existence, au voisinage immédiat, d'un poudingue à éléments calcaires arrondis ; mais l'argument le plus grave contre cette dernière hypothèse est le mode de gisement même de ces roches qui apparaissent en effet sans transition au sein des formations schisteuses, on ne peut pas s'expliquer comment cette sédimentation fine aurait été interrompue brusquement par la venue d'éléments aussi grossiers, d'autant plus que ces plaquettes n'auraient pu cheminer longtemps sans se briser plus. A côté des conglomérats de

Ky Lua se trouvent des schistes contenant des boules calcaires atteignant la taille d'une châtaigne, un examen attentif montre qu'il ne s'agit pas de galets mais de nodules qui se sont concentrés au sein d'un sédiment calcaire (1).

Il est donc permis d'admettre qu'au cours d'un épisode marneux, des lits minces de calcaire se sont édifiés en certains points ; latéralement ou ensuite se sont déposées des marnes dans lesquelles le calcaire s'est, soit aussitôt, soit après, concentré sous forme de nodules. Il a suffi ensuite d'un simple plissement pour déranger l'agencement primitif. Il est probable que les lits, même à l'origine, ne furent pas continus ; la terminaison arrondie des éléments s'expliquerait ainsi à moins qu'elle ne soit le résultat de dissolutions postérieures.

Il est possible d'entrevoir une solution encore plus éclectique. Rien n'empêche d'admettre que des calcaires nouvellement formés, mal fixés à la surface d'un sédiment, aient été entraînés quelque peu par l'action des courants ; une partie de ces calcaires serait autochtone, l'autre allochtone. Les conglomérats calcaires de Khon Ho sont un peu différents de ceux de Ky Lua, les éléments en sont courts et presque sans orientation, le ciment est moins argileux et passe en quelques points à de la calcite pure ; enfin, les éléments sont moins homogènes étant constitués de calcaires différents. Peut-être s'agit-il des conglomérats allochtones auxquels nous venons faire allusion, peut-être cette hétérogénéité, la disparition de l'orientation et la compacité plus grande du ciment sont-ils des caractères attribuables à une compression mécanique plus forte.

Dans le cas des environs de Lang Son, les plissements très intenses suffisent à expliquer la structure de ces conglomérats ; Blackwelder a signalé des échantillons trouvés dans des formations peu déformées, dans ce cas, leur genèse peut s'expliquer par de simples déformations dues au tassement.

Blackwelder ne répudiait pas complètement l'hypothèse de l'origine organique de ces conglomérats, leur localisation dans le Cambrien en Chine l'étonnait, bien qu'il en mentionne d'identiques dans l'Algonkien inférieur et l'Ordovicien d'Amérique. Nous sommes à Lang Son, dans le Trias ; d'autre part cette explication ne résiste pas à l'examen des échantillons. Notons que les éléments du conglomérat de Khon Ho sont la plupart des calcaires oolithiques.

Nous avons trouvé confirmation de notre hypothèse, entre Ban Bam et Na Ca, à quelques kilomètres au Sud-Est de Lang Son ; au sein d'une masse schisteuse avec bancs de calcaire, peu épais, interstratifiés, s'observent des agglomérats de plaquettes calcaires dont la genèse ne fait aucun doute, ils s'écartent de ceux de Khon Ho ou de ceux du Cambrien chinois, mais les échantillons observés à Ky Lua sont un type intermédiaire.

(1) Au microscope on y remarque de petits sphérolites plus cristallins que le calcaire du nodule, c'est une espèce de structure oolithique.

Nous nous sommes étendus longuement sur ce sujet parce que les types les plus déformés pourraient être interprétés faussement. Certains conglomérats de Ky Lua sont assez rapprochés des calcaires anthracolithiques ; à les envisager isolément, on pourrait songer à les considérer comme un conglomérat de base. A Khon Ho comme à Na Ca, cette hypothèse n'est pas soutenable. A Ky Lua d'ailleurs, les éléments du conglomérat diffèrent des calcaires anthracolithiques. Nous croyons d'autre part notre explication assez simple et générale pour convenir dans beaucoup de cas, tels que ceux cités par Blackwelder.

Les conglomérats calcaires de Ky Lua et Khon Ho sont inférieurs aux rhyolites ; ceux de Na Ca, supérieurs, des schistes lie de vin leur sont même subordonnés.

Il existe de véritables poudingues au voisinage des rhyolites entre Lang Nac et Lang Son, en particulier à Giang Hau ; ils contiennent des débris de cette roche à laquelle ils sont donc supérieurs. Au Sud de Thanh Moï, des poudingues accompagnés de schistes et de grès sont interstratifiés dans les Rhyolites, certains poudingues altérés sont lie de vin. Ces formations ne sont pas constantes.

D. — *La transition avec le pays du Terrain Rouge.*

Nous avons vu au Nord de Lang Son, qu'aux schistes à *Margarites* supportés par les rhyolites, succédait du Terrain Rouge, mais que les schistes et grès ordinaires réapparaissaient à plusieurs reprises.

Nous aurions pu noter, au Nord-Ouest de Diem Her, près de Van Mon, une timide apparition du Terrain Rouge entre les Rhyolites et les calcaires, mais cet affleurement est extrêmement restreint et isolé.

Au Sud de Lang Son, le passage enchevêtré du faciès ordinaire du Trias à celui du Terrain Rouge s'observe très nettement. En se dirigeant vers le Sud, le Terrain Rouge n'apparaît qu'au-delà, c'est-à-dire au-dessus, des Rhyolites ou d'une ligne joignant les affleurements voisins, lorsque manque la roche éruptive. Une longue traînée continue de rhyolites Sud-Ouest Nord-Est existe au Sud du chemin de fer de Hanoï à Lang Son, elles reposent au Nord sur du Trias schisteux ; au Sud, elles supportent des grès et des schistes, les grès noirs qui sont à la base contiennent des débris végétaux menus et nombreux ; parmi les blocs roulés dans la vallée qui suit le contact, on observe des rhyolites fluidales et des tufs à galets de rhyolites, ceci explique le caractère littoral de ces grès. Au Sud de Thanh Moï apparaissent déjà, au milieu des rhyolites, des schistes, grès et poudingues, certains de ceux-ci altérés sont lie de vin. En quelques points (à 5 kilomètres à l'Est de Lang Giai, par exemple) apparaissent des calcaires, mais ces affleurements sont très petits et isolés ; ils ont un aspect récifal ou mieux lenticulaire, ils indiquent une tendance à la sédimentation calcaire. Le Terrain Rouge schisteux ou gréseux repose souvent sur les Rhyolites, si-

non il n'en est jamais bien éloigné, il semble qu'il y ait eu, après les émissions rhyolitiques, deux tendances dans la sédimentation, formation des calcaires au sein des schistes, dépôt du Terrain Rouge ; la première tendance prévaut à l'Ouest du chemin de fer de Hanoï à Lang Son, la seconde à l'Est et au Sud. Au Nord-Ouest de Diem Her, nous avons noté un petit affleurement de Terrain Rouge ; au Sud, inversement, nous venons de constater au voisinage du Terrain Rouge, quelques interstratifications de calcaire ; en allant au Nord-Est, la sédimentation calcaire est plus importante, plus continue et elle monte jusque dans des couches comprises entre deux termes de Terrain Rouge, entre Ban Bam et Na Ca par exemple.

E. — *Le faciès du Terrain Rouge.*

Le Terrain Rouge du Trias se compose surtout de schistes, ils sont souvent plus ou moins gréseux et font fréquemment place à de véritables grès ; il existe quelques poudingues. Les schistes sont d'un brun lie de vin plus ou moins foncé, parfois cette couleur caractéristique disparaît et la roche est alors d'un gris vert d'eau et parfois calcaire. Les schistes lie de vin peuvent se charger aussi de calcaire et tendent alors à donner des bancs marneux. Le Capitaine Allouchery a reconnu ainsi quelques bancs de marne rouge entre Khé Loan et Khé Lac au Sud de Binh Lieu. Les intercalations de schistes clairs sont plus ou moins épaisses. Il peut arriver que le même bloc montre les deux colorations. La fissilité est fort variable, généralement à peine marquée, mais certains schistes sont un peu satinés.

Les grès du Terrain Rouge sont le plus souvent gris ou à peine rosés, ils sont rarement bruns. On peut remarquer que lorsque les schistes deviennent clairs par altération, ils sont souvent fort gréseux.

Nous avons vu que les Rhyolites supportent le Terrain Rouge directement ou presque, c'est ainsi qu'au Sud-Est de Song Hoa, non loin de la limite méridionale du Bac Son, le Terrain Rouge apparaît immédiatement au-dessus de la roche éruptive, pourtant il est possible qu'il y ait eu des éruptions après le dépôt d'une partie de ce terrain ; au pied du Nui Ke Ru (au Nord-Ouest de Hongay), d'après les pendages, il y aurait des rhyolites supérieures à du Terrain Rouge, mais des contacts anormaux sont ici à craindre. Nous verrons en étudiant la région de Moncay, que de ce côté, cette superposition s'observe nettement.

Nous avons peu de renseignements sur l'âge de ces Terrains Rouges. Nous avons vu qu'ils sont supérieurs aux rhyolites du Trias moyen et aux schistes à *Margarites* du Trias supérieur, nous avons vu qu'ils s'enchevêtrent avec le faciès normal du Trias. Nous les verrons d'autre part inférieurs au Rhétien. Nous n'avons pas recueilli de fossiles dans ce terrain. Sur les flancs du Mau Son, nous avons bien trouvé une faunule à *Myophoria* dans des schistes compris entre deux cou-

ches de Terrain Rouge, mais nous ne pouvons pas en faire état, en raison des renversements dont nous avons établi l'existence au Mau Son. Au cours d'une reconnaissance au Sud de Lang Son MM. Jacob et Bourret ont été plus heureux, ils ont recueilli à 5 kilomètres au Sud-Est de cette ville, à Tha Cho (Tha Chu), des schistes lie de vin renfermant d'après des déterminations de M. Mansuy avec qui nous sommes d'accord,

Gastropode

Myophoria cf. *Goldfussi* v. Alberti

? *M. laevigata* v. Alberti

Anoplophora sp.

Avicula ou *Gervilleia*.

Nous avons, dans les collections du Service, trouvé un échantillon de schiste de même faciès avec *Myophoria Goldfussi*.

C'est probablement la même faune qu'au Mau Son. Nous avons observé qu'au Nord de Lang Son, près de Po Nin, les schistes à *Margarites* du Trias supérieur sont situés au-dessus des rhyolites, sensiblement au même niveau que des schistes à *Myophoria Goldfussi*.

Le Terrain Rouge a une épaisseur énorme, de plusieurs kilomètres.

Près de Lang Son, sur la route de Loc Binh, apparaît, interstratifié dans le Terrain Rouge, un banc de poudingue dont certains éléments sont des galets de poudingue rouge ; le premier était donc consolidé lors de la formation du second.

Dans tout le pays que nous avons parcouru, le Terrain Rouge se rencontre un peu partout depuis le pied du Tam Dao. Nous le trouvons sous l'arc de Ban Tac, au sein du massif du Bac Son, à Han Moen où les schistes calcaires lie de vin avoisinent les rhyolites. Nous le revoyons près de Pho Ba Ché, encore, au moins partiellement, superposé aux rhyolites, près de Binh Lieu et de Tien Yen, jusque près de Moncay.

Nous ne le connaissons cependant ni à l'Est de Pho Binh Gia, ni dans la région triasique de Tri Lé, ni à l'Est du Bac Son entre le Song Ky Cong et le chemin de fer de Lang Son.

Difficultés au sujet du Terrain Rouge.

L'expression de « Terrain Rouge » étant assez employée dans la littérature géologique indochinoise, il convient d'attirer l'attention sur les difficultés qui surgissent au sujet de ce faciès. Nous signalerons donc ici des formations que l'on confondrait facilement avec le Terrain Rouge que nous venons d'étudier.

Sur le Territoire militaire de Moncay, tant au gué d'Ao Tu près de Tien Yen qu'à Ko Lenh près du poste de Tan Mai, nous avons vu des schistes satinés passant au pourpre ou au lie de vin clair par altération.

De même, dans l'île du Kersaint, des schistes satinés très riches en séricite et d'autres roches très écrasées, appartenant à la même série, prennent ces teintes par altération.

Au pied du Tam Dao, des schistes gris clair verdâtre, deviennent brun violacé lorsqu'ils sont altérés, il ne s'agit d'ailleurs que d'un élément constitutif du Terrain Rouge. Inversement, à l'Est de Lang Son, nous avons observé des schistes rougeâtres qui deviennent clairs par altération.

Nous avons noté en abondance, dans la région de Tri Lé, des tufs rhyolitiques lie de vin, très écrasés ; extérieurement, ils diffèrent peu des schistes lie de vin du Terrain Rouge, au microscope on y observe des quartz corrodés et du quartz globulaire imprégné de fer. Les rhyolites peuvent elles-mêmes, par écrasement et altération prendre cet aspect et la couleur lie de vin. De telles rhyolites s'observent près de Loung Ouan à l'Est de Tri Lé (1) ou près de Ban Gia au Nord de Cho Bai. Au contact de ces formations, les calcaires anthracolithiques peuvent aussi se charger de fer ; écrasés, ils ressemblent à des griottes ; nous avons observé ces calcaires au Sud de Tri Lé.

A 3 kilomètres au Sud-Ouest de Cho Bai nous avons, à côté d'un affleurement d'andésite, recueilli des pseudo-schistes lie de vin que seul le microscope permet de reconnaître comme étant une roche de la famille des andésites, extrêmement altérée. Près de Mo Nhai, ce sont peut-être des granites très écrasés et altérés qui prennent un semblable aspect.

Enfin nous trouverons, en étudiant une formation latéritique très ancienne, des roches ferrugineuses lie de vin, elles sont compactes et dures, parfois un peu oolithiques, mais certains échantillons écrasés pourraient prêter à confusion.

Comme nous l'avons déjà dit, M. Bourret [1922. — p. 72, fig. 2, p. 165, fig. 17] a signalé, sous les schistes fossilifères à *Spirifer speciosus* de l'anticlinal du Bong Son, des brèches de quartzite et des schistes lie de vin à taches vertes accompagnés de vrais poudingues, mais cet auteur nous a assuré que l'on peut distinguer cette formation du Terrain Rouge du Trias.

Dans ces différents exemples que nous venons d'énumérer, on peut arriver avec plus ou moins d'attention à ne pas se laisser tromper par les teintes fallacieuses. Bien plus grave est la confusion possible avec des termes paléozoïques que nous avons déjà signalés, cambriens, dévoniens, ou d'âge anté-ouralien indéterminé. Le Rhétien comme nous le verrons bientôt, possède aussi son Terrain Rouge. Ces ressemblances ont causé plusieurs fois des méprises et en causeront encore, chaque fois que l'on sera réduit à la seule considération de faciès pour dater un terrain.

(1) Il s'agit de rhyolite plutôt brisée qu'écrasée, les quartz sont brisés, leurs extinctions ne sont pas onduleuses.

F. — *Trias d'An Chau.*

Il s'agit ici d'un faciès tout spécial, probablement lacustre, signalé déjà par M. Lantenois [1907. — p. 28] et attribué au Rhétien.

Cet auteur avait découvert près du poste d'An Chau, un gîte fossilifère. M. Mansuy a décrit de ce gisement :

Estheria minuta v. Alberti (1)

Poissons.

Nous avons retrouvé ce gîte qui nous a fourni les mêmes fossiles et nous avons découvert d'autres gisements dans la région.

La présence d'*Estheria minuta* est insuffisante pour attribuer ces gisements au Trias. Outre que la détermination de ces Entomostracés est toujours une question délicate, cette espèce, bien que souvent citée comme caractéristique de la Lettenkohle, est signalée dès le Weifénien des Vosges [Haug. 1908-1911. — p. 869] et persiste dans le Rhétien britannique ainsi que Rupert Jones et Zittel nous l'enseignent et que M. Mansuy l'a rappelé. Elle existe dans le Trias supérieur ou le Rhétien sur le versant oriental de l'Oural [de Lapparent. 1906. — p. 1067].

Stratigraphiquement, les schistes à *Estheria minuta* d'An Chau sont sous le Rhétien ; d'autre part le même faciès avec *Estheria* se rencontre sur la route de Tien Yen à Binh Lieu avec coulée de rhyolite interstratifiée. Il y a donc lieu d'attribuer les schistes d'An Chau au Trias.

Ces schistes sont noirs, charbonneux, ils contiennent quelques matières volatiles et brûlent dans un foyer déjà allumé. Par altération, ils deviennent gris, blancs ou jaunes. Ils peuvent passer latéralement à des grès lités, gris ou noirs ; des marnes grises et du calcaire noir leur sont parfois associés, il y a tendance à l'installation de la sédimentation houillère.

G. — *Trias de Moncay.*

Sur le Territoire militaire de Moncay, le Trias a un faciès rappelant celui du Terrain Rouge d'An Chau, mais les rhyolites y prennent un développement considérable. Il forme un ensemble dans lequel, faute de fossiles, il n'est pas possible d'établir de coupures nettes.

Un premier complexe de schistes lie de vin, de grès et de poudingues, est inférieur à la principale masse rhyolitique, les poudingues ne s'observent pas partout et pourraient fort bien être contemporains des premières éruptions volcaniques ; certains de leurs éléments sont peut-être des tufs rhyolitiques.

(1) *Estheria minuta* a d'abord été signalé comme *Posidonomya*.

Le faciès d'An Chau se rencontre entre Binh Lieu et Tien Yen, il est formé de schistes et grès gris et noirs rubanés en petits lits alternés, parfois altérés en blanc, les schistes renferment des *Estheria* indéterminables. Une mince coulée de verre rhyolitique, parfois à structure perlitique, y est interstratifiée.

A Ha Lau, des schistes durs à mauvaises empreintes végétales montrent des ripple-marks symétriques, ce qui indiquerait l'action des vagues, non de courants. Ce fait accuse un caractère littoral qui est confirmé par la présence d'*Estheria* dans les couches voisines.

M. Mansuy a décrit de Ha Lau, les formes suivantes :

Gervilleia Alloucheryi Mansuy

G. haloensis Mansuy

Estheria minuta v. Alberti.

Au-dessus de la grande masse rhyolitique se rencontre encore du Terrain Rouge, formé de schistes lie de vin, de grès et de poudingues.

Les poudingues du Terrain Rouge triasique sont parfois lie de vin, leurs éléments sont quelques galets de quartz et de quartzites quelquefois lie de vin ; ils peuvent aussi renfermer des débris de schistes de même couleur.

Quelques petites couches de charbon avoisinent les poudingues, par exemple près du Pic de Ha Dong à l'Ouest de Tien Yen et à Na Pa au pied de la petite Mamelles.

Le Trias de Moncay se prolonge dans la région de Pho Ba Ché où l'on rencontre un complexe de schistes parfois très grossiers, clairs, gris, passant à des grès et même à un poudingue gris vert à petits galets ; ce complexe est accompagné de rhyolites, c'est sur ce fait que nous nous basons pour le dater. Nous n'avons observé que deux affleurements de calcaires gris marneux appartenant probablement à un même niveau. Le Terrain Rouge est encore très développé dans cette région, il rejoint celui du pays d'An Chau.

H. — *Trias de l'île de Kao T'éou.*

Le Trias le plus méridional et à la fois le plus externe que nous ayons reconnu est constitué par les grès grossiers alternant avec des ardoises gris et noir, des Kao T'éou ; le microscope permet de voir dans ces grès des quartz corrodés provenant de rhyolites et des morceaux de micropegmatite. C'est sur ce caractère que nous nous basons pour les attribuer au Trias ; ainsi que nous allons le justifier encore, les venues rhyolitiques au Tonkin sont triasiques, il ne peut donc s'agir que de grès triasiques, ou post-triasiques ; leur faciès nous les fait rapporter au Trias même.

IV. — L'âge des rhyolites et des microgranites éruptifs du Tonkin

Aux environs de Cho Bai, nous avons pu établir, de façon formelle, l'âge triasique des émissions rhyolitiques ; nous avons rappelé que chaque fois que des fossiles ont été trouvés dans des schistes au voisinage des Rhyolites, il s'est agi de formes triasiques. Les faits se sont répétés semblables, près de Tien Yen, comme au pied du Tam Dao, comme en bordure du Bac Son ou près de Lang Son.

Enfin un nouvel indice moins précis, mais intéressant, est fourni par la découverte de galets de microgranite passant à la rhyolite à quartz globulaire, comme éléments dans des poudingues rhétiens du type du Dong Trieu ; nous avons observé le fait à dix kilomètres au Sud-Ouest d'An Chau, c'est-à-dire dans le prolongement nord du Dong Trieu même.

Les masses de rhyolites et de microgranites que nous avons rencontrées au cours de nos recherches nous sont apparues comme très homogènes ; il y a tous les passages entre des rhyolites vitreuses à quartz globulaire et des microgranites, malgré cela leur aspect est presque invariable.

Les observations nombreuses de M. Bourret l'avaient conduit aux mêmes conclusions.

Nous nous sommes rappelé que le Morvan et le Mont Dore avec leurs rhyolites ou leurs microgranites ici tertiaires, là dinantiens, sont moins éloignés que le Tam Dao ou Na Ri de Moncay, mais cela ne nous empêche pas de considérer toutes les émissions rhyolitiques du Tonkin comme triasiques ; le nombre et la large distribution des observations favorables, l'absence de faits contradictoires, nous y autorisent pleinement.

CHAPITRE VI

RHÉTIEN

Le Rhétien a une composition assez simple. Sa flore rencontrée dans les exploitations de charbon est bien conservée, elle a été l'objet d'une belle monographie de la part de Zeiller qui en a précisé l'âge [1903].

Le Rhétien comprend deux principaux termes :

1. — Grès et poudingues avec schistes et couches de charbon interstratifiés.
2. — Poudingues ; grès et schistes rouges.

1. — Série inférieure. Les poudingues. Les charbonnages

Le terme inférieur commence la plupart du temps par des grès ; ceux-ci alternent ensuite avec les poudingues. Les couches alternantes peuvent ne pas être très épaisses, des bancs de poudingues de moins de 40 centimètres se voient compris entre deux couches de grès. On peut parfois observer dans les grès ou les poudingues la sédimentation entrecroisée, elle est particulièrement nette dans les poudingues du Nui Voi Té, au Sud de Luc Nam. Les poudingues sont surtout riches en quartz laiteux, ils contiennent aussi des morceaux de phtanite blanc ; au Sud d'An Chau, nous en avons détaché des galets de microgranites éruptifs.

Les grès sont souvent très durs, à première vue, on les prend parfois pour des quartzites, ils sont gris ou blancs ; près de Nhan Dinh, en pleine région des grès et des poudingues, nous avons rencontré des grès fins lie de vin, mais c'est là un fait exceptionnel. De même, près de Luc Nam et dans la région des « 99 Sommets », des schistes lie de vin sont attribuables à la division inférieure du Rhétien.

Les schistes encaissant le charbon sont gris noir ; par altération, ils deviennent plus clairs. Dans la région de Thaï Nguyen-Phan Mé, des calcaires assez épais, un peu charbonneux, existent au mur de la couche productive.

Nous ne pouvons nous baser que sur la flore pour dater ces formations ; nous avons bien, il est vrai, découvert à l'Ouest de Thaï Nguyen, des fossiles animaux dans des grès inférieurs à des calcaires et à du

charbon, mais ce sont de petits Lamellibranches lisses, à charnière inconnue dont la détermination est toujours douteuse.

Les charbons du Dong Trieu, de Hongay et de Kébao sont des anthracites, on exploite au contraire à Phan Mé près de Thaï Nguyen, de la houille grasse à 24 o/o de matières volatiles. Nous allons voir que Phan Mé est peut-être un peu plus récent que Hongay, mais la différence de teneur en matière volatiles n'est pas imputable seulement à cela ; en effet M. Nibau, ingénieur des Arts et Manufactures à Phan Mé, nous a dit que dans la même couche, cette teneur diminue vers l'Ouest. Les affleurements de charbon reconnus entre Phan Mé et Thaï Nguyen donnent de l'anthracite ; d'après M. l'Ingénieur Barondeau, elle contiendrait 10 o/o de matières volatiles au puits de la route de Thaï Nguyen. Il n'est pas prouvé que ces anthracites appartiennent au même niveau que la houille de Phan Mé, mais il n'y a pas lieu de s'étonner de ces variations de composition. J. de Lapparent [1913. — p. 447] a rappelé récemment de bons exemples de changements de composition analogues dans l'épaisseur même ou dans l'étendue d'une veine.

Les charbons de Hongay sont allochtones, nous ne connaissons pas l'origine des charbons de Phan Mé, peut-être seraient-ils autochtones ou semi-autochtones et cette différence d'origine expliquerait celle de la composition. Mais on pourrait aussi rechercher les causes dans les conditions mêmes du gisement ; des agents d'origine tectonique pourraient être invoqués. Le problème n'est pas résoluble actuellement ; il le deviendra peut-être lorsque l'exploitation de Phan Mé se sera développée. Il convient, dès maintenant, de remarquer que la formation de l'anthracite de Hongay a été relativement rapide. A l'Est de Ha Tou, nous avons trouvé de petits morceaux d'anthracite dans un fin pouddingue du Rhétien. Etant donné cette vitesse de transformation de la matière végétale, une simple différence d'horizon à l'intérieur même du Rhétien peut avoir eu une notable influence sur la composition.

« Si l'étude de la flore fossile fournit sur l'âge des couches de charbon
« du Bas-Tonkin des renseignements décisifs, les indications qu'on en
« peut tirer pour la détermination du niveau relatif des différents fais-
« ceaux ne sont malheureusement, pas aussi nettes » écrivait Zeiller
en 1903 [p. 249]. L'étude n'est pas plus avancée aujourd'hui.

Dans la région de Hongay, les ingénieurs ont depuis longtemps distingué deux faisceaux, ceux de Ha Tou et de Nagotna, mais ils étaient en désaccord quant à leurs âges relatifs. Zeiller a discuté de très près la question au point de vue paléontologique, il considérait Ha Tou comme plus ancien que Nagotna ; les espèces spéciales à Ha Tou et suffisamment représentées sont d'après cet auteur :

Glossopteris indica Schimper variété à feuilles écailleuses
Woodwardites microlobus Schenk
Equisetum Sarrani Zeiller
Pterophyllum Bavieri Zeiller

Le faisceau de Nagotna serait caractérisé par

Taeniopteris spatulata Mac Clelland

Baieria Guilhaumati Zeiller

et par l'absence de *Glossopteris indica* Schimper.

Les arguments paléontologiques concordent tous pour faire considérer Ha Tou comme antérieur à Nagotna.

Quant aux formations de Kébao, Zeiller se demandait si elles ne représentaient pas un niveau un peu inférieur à Ha Tou. Elles renferment une espèce particulière, *Pterophyllum Portali* Zeiller, il y a absence d'une bonne partie des Cycadinées de Hongay et surtout d'espèces propres à Nagotna.

Quant aux couches du Dong Trieu, leur flore moins bien étudiée, concorderait plutôt avec celle de la région de Hongay.

Nous avons étudié à Hanoï, dans les collections du Service Géologique, des échantillons recueillis depuis le travail de Zeiller et déterminés par M. Mansuy. Quelques fossiles viennent diminuer les différences relevées entre les différents faisceaux. Nous avons remarqué comme provenant de Kébao et de Cai Dai, un exemplaire de *Pterophyllum incontans* Braun, une des Cycadinées signalées comme absentes de ces localités. Cai Dai est voisin de Kébao. Au contraire, *Pterophyllum Tietzei* Schenk signalée par Zeiller comme propre à Kébao, existe à Hongay.

Cladophlebis Raciborskii Zeiller n'était pas signalé de Nagotna, or la mine Sainte-Barbe de ce faisceau a livré des empreintes qui doivent appartenir à cette espèce. Il est vrai que cette forme est rare à Ha Tou, que Zeiller n'avait pas fait état de sa présence et que la détermination des exemplaires de Nagotna n'est pas absolument certaine. *Pterophyllum Bavieri* Zeiller n'était pas connue non plus de Nagotna, or la mine Sainte-Barbe en a fourni.

Enfin, nous avons remarqué un échantillon de *Glossopteris indica* Schimper provenant de Nagotna, nous l'avons très attentivement étudié, il s'agit du type normal de cette espèce, non de la variété à feuille écailleuse. Or Zeiller faisait assez grand cas de l'absence de *Glossopteris* à Nagotna et de la présence à Ha Tou de la variété de *Glossopteris indica* à feuille écailleuse, le type normal ne se rencontrant qu'à Kébao ; la forme écailleuse était considérée, hypothétiquement, comme indiquant le déclin de cette espèce.

L'ensemble de ces nouvelles observations n'infirme pas encore les conclusions de Zeiller, elles les rendent pourtant moins rigoureuses et surtout elles peuvent laisser supposer que de nouvelles récoltes diminueraient les différences entre les flores des divers faisceaux (1).

(1) Nous donnons à titre de simple indication, la proportion de menus dans les différents centres miniers :

Kébao	20 o/o
Hongay	80 o/o
Dong Trieu	50 o/o

Ces différences pouvant tenir aux conditions de sédimentation, à la composition, aux phénomènes tectoniques, ne peuvent permettre aucune conclusion.

Quant à l'hypothèse du déclin de *Glossopteris indica*, se manifestant par la forme écaillée de ses feuilles, elle doit être abandonnée entièrement.

Le gisement de Phan Mé près de Thaï Nguyen n'était pas connu de Zeiller ; l'étendue et l'activité moindre de l'exploitation et, il semble bien, la pauvreté en fossiles ne permettent pas de dresser une longue liste. D'après les renseignements que nous avons pu trouver au Service Géologique, la flore de Phan Mé est la suivante. Nous indiquons en face de chaque espèce, les renseignements que fournissent ces formes, d'après Zeiller.

	PROVENANCE ET NIVEAU DE L'ESPECE	PROVENANCE ET NIVEAU D'ESPÈCES AFFINES
<i>Sphenopteris</i> cf. <i>principes</i> Presl	Rhétien. Lias. Oolithique inférieur d'Europe.	
<i>Cladophlebis</i> (<i>Todea</i>) <i>Rœseri</i> Presl	Rhétien d'Europe.	<i>C. remota</i> , Trias supérieur d'Europe. <i>C. densifolia</i> , Trias sup. des Etats-Unis. <i>C. Williamsoni</i> , Lias et Oolithique inférieur d'Europe. <i>C. denticulata</i> , Lias et Oolithique inférieur d'Europe. <i>C. Stewartiana</i> , Rhétien du Groënland.
<i>Cladophlebis</i> <i>raciborskii</i> Zeiller.		<i>T. tenuinervis</i> , Rhétien et Lias inférieur d'Europe.
<i>Taeniopteris</i> <i>Jourdyi</i> Zeiller.		<i>S. hoerensis</i> , Rhétien et Lias inférieur d'Europe.
<i>Schizoneura</i> <i>Carrerei</i> Zeiller.		<i>P. lanceolatus</i> , Jurassique d'Europe et d'Asie septentrionale, Lias (?) et Oolithique de l'Inde (Upper Gondwanas).
<i>Podozamites</i> <i>distans</i> Presl	Rhétien et Jurassique d'Europe et d'Asie septentrionale.	<i>P. Nilsonni</i> , Oolithique d'Europe.
<i>Pterophyllum</i> (<i>Anomozamites</i>) <i>inconstans</i> Braun.	Rhétien d'Europe.	
<i>Pterophyllum</i> cf. <i>Tietzei</i> Schenk	Rhétien de Perse.	<i>P. rajmahalense</i> , Lias de l'Inde (Upper Gondwanas, Rajmahal.)

Toutes ces espèces existent à Hongay et à Kébao, les espèces à affinités les plus archaïques manquent. Cette flore serait donc encore plus franchement rhétienne que celle de Hongay, et les affinités seraient moins nettes avec la flore du continent de Gondwana, mais est-il permis de tirer des conclusions d'un ensemble de huit espèces.

Nous attirons l'attention sur un fait très intéressant signalé par M. Kryshstofovich [1921] ; certains éléments de la flore rhétienne du Tonkin se retrouvent dans les mines de charbon de la chaîne située à l'Ouest de la Baie de l'Amour sur le cours supérieur de la Pochihetza.

D'après la liste donnée par cet auteur, 22 espèces appartenant à 16 genres différents ont été recueillies près de Vladivostock ; 3 espèces et 8 genres sont communs avec le Tonkin, ce sont :

Sphenopteris
Cladophlebis
Todites (sous-genre de *Cladophlebis*)
Taeniopteris spatulata Mac Clelland
Clathropteris platyphylla Goeppert (= *C. meniscioides* Bron-
gniart)
Schizoneura Carrerei = (*Neocalamites*) Zeiller
Podozamites
Ptilophyllum
Pterophyllum.

Taeniopteris spatulata est une espèce liasique des Upper Gondwanas.

Clathropteris platyphylla, avant d'être signalée du Tonkin, l'était du Rhétien et du Lias d'Europe. *C. reticulata* Kurr, espèce affine, appartient au Trias européen.

Schizoneura Carrerei, espèce créée d'après des échantillons du Tonkin, présente des affinités avec *S. hoerensis* Hisinger du Rhétien et du Lias d'Europe.

Quant aux genres, ils se trouvent aussi bien en Europe que dans les Gondwanas.

Ces affinités entre les flores du Tonkin et de Vladivostock sont intéressantes à comparer avec les cartes paléogéographiques de Bailey Willis et avec l'extension de l'« Eastern element » continental de ce géologue [Bailey Willis. 1907. — pl. 8 ; voir une adaptation de cette carte par M. Deprat in Suess 1918. III. — p. 1365 fig. 314] ; une communication assez facile pouvait exister entre la région de Hongay et celle Vladivostock. A. de Lapparent [1906. — p. 1067.] avait remarqué que la flore du Tonkin privée de ses éléments de Gondwana se retrouve dans le Rhétien du Bassin Rouge du Sé Tchouen, de Mongolie, du Tchili, du Bassin de l'Amour. Quelques-uns de ces éléments se retrouvent dans la flore de Vladivostock (1).

(1) Il faudrait aussi comparer la disposition de l'Elément continental oriental de Bailey Willis et les affinités de ces flores, à certaines analogies relevées par Argand [1922-1925. — p. 199] entre le Tonkin et le Sud-Est de la Corée, bien que le schéma de la tectonique de l'Asie donné par cet auteur ne les fasse pas ressortir nettement.

II. — Le Terrain Rouge rhétien

L'assise des poudingues, grès et schistes lie de vin, constituant un deuxième Terrain Rouge, est surtout définie le long du littoral entre Kébao et Moncay. Cette formation y est à peine inclinée, elle est transgressive sur des terrains très redressés et débute par un poudingue de base. A Tien Yen quelques strates sont localement très inclinées ; dans les îles du Château Renaud et du Kersaint, ce terrain est parfois presque vertical. Lorsque, comme près de Tien Yen, ce Terrain Rouge repose sur le Trias de même faciès, généralement très plissé, l'étude en est délicate.

Entre Tien Yen et Pointe-Pagode nous avons observé des schistes lie de vin marneux. Le poudingue de base, relativement peu épais dans l'île du Château Renaud, y renferme comme éléments, des quartz, des lydiennes, des grès, un peu de marbre noir.

Nous pouvons dater ce terrain rouge grâce à la découverte d'empreintes, faite près de Chuc Phai San, par M. Lantenois [1907. — p. 28]. Ces fossiles ont été recueillis dans une couche de schistes noirs, à la base de la formation ; Zeiller a pu déterminer

Cladophlebis cf. *lobipholia* Phillips

Podozamites cf. *Schenki* Heer

Otozamites cf. *Latieri*

Pterophyllum cf. *Portali* Zeiller

P. contiguum Schenk

Baieria cf. *Guilhaumata* Zeiller

et en a conclu à l'âge rhétien de cette florule ; sauf *Otozamites* cf. *Latieri*, ces formes étaient déjà connues dans le Rhétien de Hongay ou de Kébao.

D'autre part, nous avons visité à 2 kilomètres de Dam Ha, au bord même de la mer, une petite galerie qui a mis au jour de la belle anthracite. Les grès y sont pratiquement horizontaux ; d'après les pendages voisins, ce gisement n'est pas à la base de la formation ; nous y avons trouvé des débris de mauvaises empreintes végétales rappelant celles du Rhétien tonkinois classique.

Le Capitaine Allouchery a, en outre, recueilli dans les couches à charbon de Thac Than, de Ké Va et du kilomètre 3 de la route de Tien Yen et Binh Lieu, des Lamellibranches et des plantes déterminées par M. Mansuy comme appartenant aux genres *Taeniopteris*, *Glossopteris*, *Pterophyllum*, genres de la flore rhétienne classique du Tonkin. La présence de *Glossopteris* surtout est caractéristique. M. Lantenois [1907. — p. 29] a signalé dans ces grès rouges, des couches de charbon anthra

citeux et très cendreaux qui ont été observées à Tien Yen et à Chu (1), cet auteur leur assimile le charbon de Thaï Nguyen.

Ce Terrain Rouge est probablement le même que celui qui repose sur les poudingues rhétiens dans la dépression de Nhan Dinh, à l'Ouest d'An Chau. Mais il n'est pas possible en général de le distinguer du Trias de même faciès, cependant les schistes lie de vin triasiques, s'ils peuvent ne pas être fissiles, au Nui Lai Khé à l'Ouest de Vi Loai, par exemple, le sont souvent très nettement et ceux du Rhétien ne paraissent pas l'être beaucoup. Ce critérium basé sur la fissilité, s'il était rigoureusement exact, serait insuffisant la plupart du temps pour différencier les deux formations, mais il serait absolument téméraire de vouloir généraliser un caractère dont l'estimation est souvent délicate, qui est si sujet à varier suivant les conditions tectoniques locales et qui n'a pu être constaté que dans des régions particulières.

III. — La Brèche du Système X

Nous devons traiter, à la suite du Rhétien, de cette formation à laquelle nous conservons sa première appellation due à M. le Commandant Zeil [1907. — p. 5]. Ce géologue plaçait à la base des formations paléozoïques un « système X » non daté, l'assise inférieure en aurait été formée de brèches et de poudingues. Les éléments signalés comme constituants de la brèche sont des quartzites et jaspes, ils varient de la grosseur d'un pois à celle du poing et sont vivement colorés : vert d'eau, vert végétal, bleu, rouge, brun noir ; ils sont réunis par un ciment siliceux susceptible de polissage. Cette brèche est signalée comme formant des masses considérables.

M. le Commandant Zeil a beaucoup hésité quant à la place à attribuer au Système X et dans ses différents essais l'a situé tantôt à la base, tantôt au sommet des formations reconnues. Cela n'a rien de surprenant puisque le terme de Schistes X, ainsi que nous l'avons vu plus haut, était employé pour deux formations différentes, l'une paléozoïque mal datée, l'autre mésozoïque.

M. Bourret [1922. — p. 110] reprenant après M. le Commandant Zeil l'étude de la feuille de That Khé, a reconnu à peu près l'âge de cette brèche qu'aucun fossile n'accompagne. Mais cet auteur a cru devoir changer le nom adopté par son devancier ; le sens interrogatif de ce terme n'a plus évidemment son utilité. M. Bourret nous parle de la « Brèche des Sommets ». Nous faisons un reproche à cette appellation ; elle préjuge un peu trop de sa position. Nous préférons donc nommer cette formation « Brèche du Système X », dénomination qui a l'avantage de la priorité.

M. le Commandant Dussault [1922 et in Jacob. 1922. — p. 159] a décrit de semblables brèches sous le nom de Série de Luc Ra ; nous avons

(1) A Chu, ces grès sont peut-être rapportables à la division inférieure du Rhétien.

longtemps hésité à adopter ce nom, mais les poudingues et brèches de la Série de Luc Ra que nous avons rencontrés, différent un peu du type normal de la Brèche du Système X décrite par M. le Commandant Zeil.

M. Bourret a étudié cette formation en même temps que ses « Schistes du Song Hiem ». Ce terme compréhensif a, comme celui de Système X, le défaut de réunir deux formations d'âges différents, voisins il est vrai ; au point de vue tectonique, cette confusion est grave. Nous traiterons isolément de la Brèche ; M. Bourret la place tout à fait au sommet de la série. A Nghinh Thuong, à l'Est de Ban Tac, nous avons personnellement observé un contact où la Brèche du Système X supporte des schistes gris ; dans ce pays un contact anormal est toujours à craindre, cependant ces schistes ne sont pas fissiles.

D'ailleurs, l'ensemble de nos observations nous a amené à considérer que la masse de Brèche du Système X comprend un certain nombre d'intercalations schisteuses plus ou moins épaisses et que l'ensemble est transgressif sur les schistes triasiques plissés ; ces deux séries de schistes possèdent le même faciès ; quant à la brèche, elle ne nous a jamais montré de stratification ; on conçoit dès lors les difficultés que l'on rencontre sur le terrain ; on hésite le plus souvent à décider si l'on a affaire à des témoins de Brèche transgressive sur du Trias ou à une série de termes concordants. Mais l'alternance des affleurements de schistes et de Brèche observée lorsque l'on gravit à l'Ouest de Ba Bien (à 12 kilomètres à l'Est-Nord-Est de Na Ri), la crête Nord du Nui Kouet Kueu ne laisse pas de doute sur la réalité de la succession répétée de ces termes.

En l'absence de fossiles, pouvons-nous préciser l'âge de cette brèche ? Le long du Bac Son, dans la région de Dinh Ca, nous en avons recueilli des échantillons où le microscope nous a montré de petits morceaux de rhyolites. Un peu plus à l'Ouest, nous avons trouvé un poudingue de la même série contenant des galets de rhyolite. Ces brèches sont donc postérieures aux éruptions rhyolitiques du Trias.

Entre Thaï Nguyen et Phan Mé, la brèche constitue des témoins qui reposent sur les formations houillères du Rhétien, la position topographique est fort nette et les pendages des couches de charbon indiquent aussi cette succession. Cette brèche est donc rhétienne ou plus récente. Or dans la région du littoral, près de Ha Tou par exemple, certains poudingues du Rhétien houiller prennent le faciès de la brèche du Système X, ils contiennent des phanites gris et des quartz parfois en galets ; il en est de même dans la région d'An Chau. Il n'y a donc aucune raison de considérer la Brèche comme plus récente que le Rhétien.

Nous avons signalé l'existence dans le Trias de quelques bancs de poudingues. A l'Est de Lang Son, au pied du Mau Son, les tranchées de la route de Loc Binh entament des schistes et grès du Terrain Rouge triasique avec bancs de poudingues interstratifiés (1), ceux-ci admettent,

(1) La route de Lang Son à Ba Son recoupe le prolongement de ces bancs de poudingues.

comme constituants, des galets de poudingues un peu violacés à éléments anguleux et des morceaux de jaspe vert schisteux identiques à ceux de la Brèche du Système X ; ce poudingue violacé n'est pas lui-même sans quelque analogie avec les types fins de cette Brèche.

De plus, nous allons voir que le faciès de cette formation est assez variable, il doit être parfois difficile de distinguer les poudingues et brèches du Rhétien de ceux du Trias ; il est par conséquent, fort possible que la Brèche du Système X corresponde non à un niveau déterminé mais à un faciès étagé sur une assez longue période comprenant le Trias postérieur aux rhyolites et une partie du Rhétien. Nous n'avons cependant aucune raison pour ne pas rapporter au Rhétien toutes les brèches du Système X de type bien caractéristique.

Le type de cette Brèche est sujet à d'assez grandes variations. Dans le Bac Son et au Nord de ce massif, les phtanites et jaspes de couleurs très variées y abondent, les quartz y sont rares. Entre Thaï Nguyen et le Tam Dao, les quartz sont au contraire, très abondants et les phtanites sont en général gris ; les poudingues rhétiens du Sud d'An Chau se rapprochent plus de ce faciès, ils contiennent plus ou moins de débris de phtanites ; dans le Dong Trieu, les quartz y sont encore plus abondants, et les phtanites manquent souvent.

Les phtanites et jaspes de la Brèche se brisent facilement suivant des plans, ils n'ont pas donné des galets arrondis, il est ainsi difficile de distinguer, dans leur texture bréchoïde, ce qui, parfois, pourrait revenir à l'écrasement ; il y a tous les intermédiaires entre de vrais poudingues à éléments bien arrondis et des brèches où tous les éléments sont anguleux. La principale origine des phtanites contenus dans cette formation doit être cherchée dans certains niveaux dévoniens, soit dans les phtanites des calcaires, soit surtout dans les lydiennes épaisses comme celles conservées aux environs de Cho Moï. Dans cette région, on observe à la fois les lydiennes dévoniennes et la Brèche du Système X ; lorsque le sol ne laisse voir que leurs débris, il est souvent difficile de dire au milieu de quelle formation on se trouve. Cependant nous n'avons jamais vu de jaspes aux vives couleurs dans le Dévonien ; nous en avons observé par contre, mais en quantité infime, au voisinage immédiat d'une masse de rhyolites où ils peuvent être considérés comme un produit secondaire.

Cette formation essentiellement détritique doit être sujette à de grandes variations d'épaisseur. Elle paraît en général très puissante ; comme elle forme à elle seule la masse du Luc Ra et du Nui Kim Lon au Sud-Ouest de Cho Chu, on peut déduire de l'altitude de ces crêtes, que la puissance de la Brèche n'y est pas inférieure à 700 mètres.

Ce faciès est répandu un peu partout, nous le connaissons depuis le Tam Dao jusque dans le pays de Lang Son, depuis l'arc de Ban Tac jusqu'au littoral.

CHAPITRE VII

NÉOGÈNE

Nous sautons brusquement de l'Infralias à la fin du Tertiaire. Aucune formation intermédiaire n'est connue. Le Néogène n'est d'ailleurs représenté que par un faciès lacustre. Nous le connaissons surtout par les affleurements de lignites qui s'étendent de Lang Son à Loc Binh.

I. — Les lignites

M. Lantenois [1907. — p. 19] a signalé également des schistes bitumineux à Hoan Bo (Cho Thoi) au fond de la rade de Port-Courbet. On est en droit de les considérer également comme néogènes.

Le Néogène de Loc Binh qui paraît devoir acquérir un grand intérêt économique, est déjà signalé dans une note manuscrite de Counillon qui avait observé des poudingues et des schistes violacés avec quelques filets de lignite sans continuité visible. Déjà Zeiller [1905. — p. 268] avait signalé une feuille que M. Sarrau lui avait donnée et qui lui faisait conclure au synchronisme approché des lignites de Loc Binh et de Yen Bay. Pour attribuer au Néogène le bassin de lignite de Yen Bay, Zeiller se basait sur l'existence de deux plantes du Miocène d'Europe, il faisait remarquer avec juste raison qu'il y avait lieu de s'attendre à une survie de ces éléments de flore dans les pays tropicaux.

L'alignement des gîtes de lignite de Loc Binh à Cao Bang par Lang Son et That Khé a été reconnu par M. Lantenois [1907] et signalé par M. Bourret [1922]. Il correspond à la ligne tectonique Tien Yen-Lang Son, que nous avons signalée déjà.

Dans la région qui nous concerne, il existe un chapelet de petits affleurements reconnus entre Loc Binh et la halte de Tam Long, localité située entre Lang Son et Na Cham, toujours sur ce même alignement de Loc Binh-That Khé. Quelques recherches ont été faites au Nord de Lang Son, de simples trous ont été creusés. Nous avons vu des traces charbonneuses au passage à niveau d'An Lac ; d'après M. Rétif, prospecteur à Lang Son, le Néogène reposerait ici sur des calcaires, il s'agit sans doute

de l'Anthracolithique. Plus à l'Est, à Na Giao, nous avons rencontré des lignites, ils reposent sur les Rhyolites. M^{lle} Colani [1920] avait déjà visité le gisement et recueilli quelques mauvaises empreintes de feuilles, parmi lesquelles il n'y aurait que des espèces tropicales, ce gîte différerait ainsi des autres dépôts de lignite du Tonkin qui sont caractérisés par l'association d'espèces tropicales ou subtropicales et d'espèces de climats tempérés. M^{lle} Colani est, par suite, amenée à considérer ce gîte comme plus ancien, peut-être oligocène, pourtant elle paraît ne pas oser s'élever contre l'ancienne opinion de Zeiller qui, d'après la feuille de Loc Binh que nous avons déjà mentionnée, tenait comme contemporains les lignites de Loc Binh et de Yen Bay. Elle admet donc, chose vraisemblable, que les différents affleurements de cet alignement sont synchroniques.

A l'Est de Loc Binh, le Song Ky Cong entame les formations néogènes près de Po Long et de la pagode de Rinb Chua. A Po Long, s'observent des grès et schistes bitumeux, l'appellation de schistes n'est pas très bonne, bien que la roche soit en feuillets, la consistance est souvent presque celle d'une argile plastique, des concrétions calcaires forment des amas lenticulaires. Les couches sont peu inclinées (15°), on y trouve des empreintes de feuilles de Dicotylédones. Le faciès du gisement de Rinb Chua est un peu différent, ce sont des alluvions cimentées en poudingues, des argiles brunes, un peu lie de vin, dures, légèrement calcaires, avec vermiculations dans les plans de sédimentation ; nous y avons trouvé des feuilles, des coquilles d'Unionidés et de Paludines. M^{lle} Colani en a rapporté des restes de carapace de *Trionyx*. Les couches ne sont pas plus inclinées qu'à Po Long. A un kilomètre au Sud-Est, on trouve au bord de la route de Ban Chu, des schistes tendres ou mieux des argiles blanches à empreintes de Dicotylédones et de Paludines, ces empreintes sont presque complètement écrasées, la cause de cette déformation doit être cherchée dans le tassement du sédiment. Si le pendage des couches de Rinb Chua se continue, ces argiles blanches doivent être considérées comme plus récentes.

Le bassin néogène de Loc Binh est très difficile à limiter, car il est entouré de Trias formé en majeure partie de schistes brun lie de vin avec lesquels les argiles du Tertiaire peuvent être confondues. Certains schistes très altérés, gris, ne peuvent non plus être datés. Au pied du Mau Son, près du poste de Chi Ma, des schistes noirs se débitant en plaquettes et altérés en blanc sont peut-être néogènes.

Cet alignement de formations tertiaires de Lang Son-Loc Binh est parallèle à ceux du Fleuve Rouge et du Song Chay que M. Jacob [1921] a bien mis en évidence sur son schéma structural de l'Indochine du Nord. Des alluvions anciennes, très altérées, que nous avons vues à la gare de Vinh Yen sont peut-être néogènes, dans ce cas, elles prolongeraient l'alignement des gisements du Song Chay.

Le petit bassin néogène de Port-Courbet ne nous est connu que par le gisement exploité à Dong Hô près de Cho Thoi, le mur est formé de grès, il supporte une couche de 80 centimètres de lignite et de jais,

18 mètres environ de schistes plus ou moins bitumineux forment toit ; on trouve dans ce gisement un peu de succin et quelques empreintes végétales. Les couches sont peu inclinées (22°). A peu près dans le prolongement Sud-Est de cette mine, nous avons remarqué des grès tendres en bancs jaunes ou brun rouge ; nous les attribuons au Néogène, ils ont le même pendage que les schistes exploités, celui-ci est Nord-Est, c'est-à-dire que nous trouvons ici encore la direction des affleurements du Fleuve Rouge, du Song Chay et du Song Ky Cong, le bassin s'étend peut-être un peu plus à l'Est.

II. — Les Brèches ossifères de Lang Son

Nous devons dire ici quelques mots de ces remplissages de fentes ou de cavernes, signalés par M. Mansuy [1916. I] dans les calcaires des environs de Lang Son. Cet auteur a reconnu l'existence de deux placages de tuf, l'un à 12 ou 15m. au dessus du cours actuel du Song Ky Cong, l'autre à 40 m., chaque placage recouvre des traces horizontales d'érosion correspondant chacune à un niveau des eaux. Seuls les tufs situés à l'altitude relative de 12-15m. ont livré des ossements ; les gisements principaux sont celui de Ky Lua et celui de la Roche Percée d'où Monseigneur Cottonay avait signalé une dent de *Stegodon*.

Les ossements portent les traces de dents des carnivores qui les ont apportés là. Les formes déterminées par M. Mansuy et dignes d'être retenues sont :

Tapirus sp.

Stegodon Cliftii Falconer et Cautley

S. insignis Falconer et Cautley

Elephas sp. aff. *E. namadicus* Falconer et Cautley.

L'âge de ces brèches ossifères reste imprécis, l'association des trois Proboscidiens est en contradiction avec ce que l'on a observé dans les Siwaliks [Pilgrim. 1913. — 324, Pl. 26 ; Depéret et Mayet. 1923]. D'après ces auteurs, *Stegodon Cliftii* y correspond au Pontien supérieur, *S. insignis* au Pliocène supérieur, c'est-à-dire au Quaternaire inférieur selon la définition de M. Haug. *Elephas namadicus* appartient au Quaternaire de M. Depéret, mais la présence de cet éléphant est douteuse à Lang Son.

La présence de deux *Stegodon* peut s'expliquer soit par leur contemporanéité, soit par un mélange de faunes dans la brèche. M. Mansuy ne donne pas dans son mémoire l'origine précise de chaque échantillon, mais il a bien voulu nous dire, qu'il les avait recueillis en exploitant un volume très limité. Quoi qu'il en soit, les gisements de Lang Son appartiennent au Pontien supérieur si *Stegodon Cliftii* indique bien le même niveau qu'aux Siwaliks, ou au Pliocène, ou au Quaternaire infé-

rieur. M. Haug [1908-1911. — p. 1886] signale, d'après les travaux de Naumann, la présence dans le Quaternaire de l'île de Hondo (Japon), de *Stegodon Cliftii*, *S. insignis*, *Elephas namadicus*, *E. primigenius*, il serait donc permis d'attribuer au Quaternaire inférieur l'ensemble des dépôts de Lang Son. Après examen du gisement, cette solution nous paraît la plus vraisemblable. Il est fort possible qu'à la suite de mouvements himalayens, certaines formes n'aient pu se maintenir dans la région des Siwaliks, alors qu'elles auraient survécu dans les asiles d'Indochine et du Japon.

CHAPITRE VIII

QUATERNAIRE

I. — Les anciens niveaux

Nous venons de voir que les brèches ossifères de Lang Son pouvaient être attribuées au Quaternaire. Nous ne connaissons aucun autre gisement fossilifère qui puisse être rapporté à cette époque. L'étude du Quaternaire, déjà extrêmement délicate en Europe, est absolument impraticable au Tonkin. D'une part, les alluvions ne sont pas exploitées ; si des travaux sont effectués dans ces terrains, il n'y a personne qui puisse comprendre l'intérêt d'une découverte paléontologique, il n'y a donc aucune indication de fossiles. D'autre part, le pays très boisé ne permet guère de remarquer les terrasses alluviales ; lorsqu'une vallée large et découverte s'offre à la vue, elle ne permet d'observer le plus souvent qu'un étagement de rizières ; s'il y avait eu des terrasses, elles seraient effacées par le travail de l'homme, il est donc impossible de chercher à les suivre.

Nous n'avons donc pas tenté d'entreprendre l'étude des alluvions anciennes ; si nous avons pu recueillir une certaine somme de documents, ils auraient été inutilisables. Vouloir relier à distance des lambeaux de terrasses, sans le secours de la paléontologie, c'est commettre une pétition de principe manifeste ; il semble de plus qu'il ne reste que très peu de chose des alluvions anciennes.

C'est sans chercher à conclure que nous signalerons quelques observations.

Il existe des traces d'un niveau supérieur de 4 ou 5 mètres à l'actuel. Aux environs de Lang Son, des traces d'érosion forment des encorbellements dans les calcaires à 4 mètres au-dessus de la plaine alluviale actuelle. Dans le bassin du Song Na Ri, on rencontre des alluvions de 5 mètres, au Sud-Ouest de Na Ri. Dans le bassin du Fleuve Rouge, la route de Vinh Yen au Tam Dao rencontre des alluvions de 5 mètres environ, puis de 6 à 10 mètres. A Nhan Dinh à l'Ouest d'An Chau, existent des alluvions à 6 mètres au-dessus des alluvions modernes du Song Luc Nam. Au Sud de Ban Lim, la route de Lang Son à Loc Binh rencontre des al-

lutions à 4 mètres au-dessus de celles du Song Ky Cong. Dans le pays au Nord-Est de Dinh Lap nous avons remarqué des berges à 5 mètres environ au-dessus des alluvions actuelles, mais lorsqu'on n'observe pas le même phénomène sur les deux rives, on ne peut pas affirmer qu'il s'agit de vallées encaissées, le déplacement latéral du lit pouvant produire le même effet.

Près de Yen Lap au Nord-Est de Quang Yen, non loin de la mer, des alluvions caillouteuses existent à 4 mètres au-dessus du Song Mip, elles sont recouvertes de limon. Tous ces faits sont à rapprocher des traces d'érosion, que nous avons observées sensiblement à la même hauteur dans une grotte de l'île Duong Dong au Nord d'Haïphong et auxquelles nous avons déjà fait allusion au sujet de traces analogues relevées en Annam [Patte. 1923. — p. 29].

Les rochers de la Baie de Ha Long se prêtent à de bonnes observations. Dans la région de l'île de « la Surprise » nous avons visité une grotte dont l'ancien plancher surcreusé de quelques 4 mètres s'est effondré. Dans la Baie de Fai Tsi Long, aux environs du « Casque », on peut remarquer à une hauteur de 5 mètres environ soit des ouvertures de grottes, soit des plateformes, soit des traces d'érosion en encorbellement.

Cette région littorale montre qu'il existe un autre niveau intermédiaire entre celui de 5 mètres et celui de la mer actuelle. En particulier à l'Est de l'île de la Table, près du rocher du « Fer à cheval », on peut observer des cavités laissées par des huîtres dont les coquilles ont disparu, jusqu'à 1,50 et 2 mètres au-dessus des bancs actuels. Il est d'ailleurs permis de se demander s'il ne s'est pas produit des ondulations très faibles ou de légers effondrements dans cette région ; nous avons observé près du « Casque à Pointe », un rocher qui paraissait avoir été très légèrement surélevé, la plateforme circulaire due à l'attaque des vagues au niveau de la mer était visible, tandis que sur les deux rochers adjacents apparaissait seul l'encorbellement supérieur dû à cette attaque.

Si les différentes observations d'altitude relative de 5 mètres correspondent au niveau d'une même époque, il serait logique de les attribuer à un mouvement eustatique.

Dans la région littorale de Moncay existent des alluvions anciennes ; au Nord de Ha Coi, près de Siou Lan Khé, s'observent deux terrasses assez basses, la supérieure ne dépasse pas 10 mètres au-dessus de la vallée actuelle. Nous décrirons bientôt une terrasse bien plus élevée, située dans les mêmes parages. Dans la région de Binh Lieu, près de Coc Ly, des restes de terrasses s'observent à plus de 15 mètres au-dessus du Song Tien Yen, le niveau n'est pas précis à cause des rizières artificielles.

Dans la vallée opposée, nous avons remarqué entre Bac Phong Sinh et Than Poun une terrasse que nous avons évaluée être à 20 mètres environ au-dessus des basses alluvions, elle est malheureusement située sur la rive chinoise et nous n'avons pu que l'apercevoir.

Ces exemples pourraient être rapprochés de celui d'une terrasse élevée de 18 mètres environ au-dessus du lit majeur du Song Luc Nam ; nous avons reconnu cette dernière entre 5 et 10 kilomètres à l'Est de Chu.

Dans le bassin néogène de Loc Binh, nous avons observé des cailloux roulés à une altitude relative difficile à préciser, car on ne sait pas à quel niveau les comparer. Ces traces étaient à 27 et 32 mètres au-dessus des ruisseaux les plus voisins.

La route de Lang Son à Loc Binh rencontre près de Khon Khoang des alluvions à 23 mètres au-dessus du gué le plus voisin.

La terrasse la plus élevée que nous ayons rencontrée, est aussi la plus nette. Elle apparaît très bien au point de vue topographique, elle repose sur le terrain rouge rhétien et est formée d'alluvions contenant des blocs de rhyolite. Nous l'avons reconnue en suivant la route de Moncay à Tien Yen. A l'Ouest de Chuc Phai San, la surface atteint une hauteur relative très uniforme, que nous avons mesurée en plusieurs points, de 48 mètres au-dessus des vallées actuelles, nous avons trouvé le Terrain Rouge sous-jacent à 34 et 42 mètres au moins au-dessus des vallées [Pl. VII, fig. 3].

Les faits sont aussi nets à 10 kilomètres de là au Nord de Dam Ha ; la terrasse est aussi vaste et aussi plane, elle atteint très exactement la même hauteur au-dessus de la vallée, on y trouve encore des rhyolites roulées. Le substratum atteint ici au moins 33 mètres de hauteur relative (1).

Nous avons parlé du niveau au-dessus des vallées, en effet ces alluvions appartiennent aussi bien à un des petits cours d'eau côtiers qu'à ses voisins et la mer est si proche que l'on pourrait presque aussi bien parler de terrasse marine que de terrasse fluviale.

Dans ces derniers exemples rien ne prouve que nous ayons reconnu le niveau supérieur des formations alluviales.

Nous ne dirons rien des tufs calcaires, ils sont nombreux dans les massifs karstiques où ils continuent à se former de nos jours, ils renferment à la surface des débris végétaux peu décomposés.

II. — Les industries préhistoriques

Grâce aux découvertes de M. Mansuy dans la région du Bac Son, nos connaissances sur les industries préhistoriques au Tonkin se sont accrues au cours de ces trois dernières années [Mansuy. 1924-1925. I ; 1925. II. ; Mansuy et Colani. 1925 ; Patte. 1923]. Nous ne connaissons encore aucune trace de l'homme paléolithique ; par contre, trois niveaux ont été reconnus dans le Néolithique.

(1) S'il l'on prenait comme terme de comparaison l'altitude de la basse plaine alluviale, il faudrait diminuer ces chiffres de 3 unités.

1) Niveau à outils taillés très frustes en microgranite et rhyolite, associés à quelques outils à tranchant obtenu par polissage. Les outils taillés sont la plupart atypiques, quelques uns ont la silhouette des instruments amygdaloïdes, ovales ou cordiformes du Paléolithique inférieur d'Europe, mais il n'y a là qu'un phénomène de convergence, la forme de ces outils paraît avoir été, au Tonkin, commandée par la nature de la matière première, l'homme ayant dégrossi des galets de rhyolite. C'est le *Bacsonien* de M. Mansuy.

2) Niveau à haches polies à tenon ; les outils de ce niveau sont plus ou moins complètement polis et déjà très soignés.

3) Niveau néolithique très évolué ; il existe encore des outils à tenon d'un travail remarquable, des ciseaux etc... à contours très réguliers, souvent équarris ; les formes sont parfaites, le travail de la pierre a atteint le maximum possible de fini et d'élégance, il est fort probable que le métal était déjà connu, cette industrie étant comparable à celle qui, au Cambodge, est associée à du bronze.

Le premier niveau est inférieur morphologiquement et stratigraphiquement au second. Les deux derniers n'ont pas été observés en superposition, mais ils ont été rencontrés dans des gisements si rapprochés que leur différence ne peut s'expliquer que par un espacement dans le temps. Nous ne dirons rien des races très diverses qui vivaient à ces époques, cela nous entraînerait trop loin de notre sujet.

III. — Les formations latéritiques récentes

On observe, en maints endroits, des formations latéritiques, certaines continuent probablement à s'accroître. Elles sont surtout abondantes dans les grandes vallées. Un type largement répandu est très vacuolaire, spongieux ou scoriacé, brun ou couleur de rouille, il est fort abondant autour de la terminaison sud du Tam Dao, cette roche y est même exploitée comme pierre de construction ; lorsqu'elle possède son eau de carrière, elle est relativement tendre et facile à tailler, à l'air elle devient dure et peut être utilisée comme assise des charpentes des maisons en bois et même à la construction de petits ponceaux. Les latérites peuvent être moins vacuolaires et empâter des débris de roches diverses ; lorsqu'elles sont compactes et qu'elles cimentent des débris anguleux de roches dures, elles simulent de la brèche. Dans certaines régions, la latérite n'est représentée que par de petites dragées éparses dans la poussière rouge du chemin, ce sont des nodules d'oxyde de fer hydraté. Comme toutes les formations latéritiques, ces roches doivent contenir plus ou moins de manganèse, nous avons recueilli à Dong Vinh près des cal-

caires de la rade de Port-Courbet, un échantillon renfermant presque exclusivement du bioxyde de manganèse et très peu de fer (1).

Toutes ces latérites se sont formées dans les régions basses, en particulier dans les vallées, probablement de préférence aux dépens d'alluvions anciennes quaternaires et probablement aussi néogènes. Elles se sont bien entendu formées également aux dépens d'autres terrains, ainsi dans la dépression du Fleuve Rouge, à l'Est de Vinh Yen, elles représentent parfois d'anciens micaschistes (2) où les filonnets de quartz se sont seuls maintenus au milieu de la masse altérée. Au Sud de Thaï Nguyen, les tranchées de la route permettent de reconnaître que la latérite, qui est tantôt rouge, tantôt blanche et tendre comme du kaolin, représente parfois des grès.

Certaines de ces formations sont probablement sub-fossiles mais il doit s'en produire encore ; ainsi près de Phan Mé, nous avons remarqué dans une tranchée, à moins d'un mètre de profondeur, une mince trainée ferrugineuse dessinant une ligne parallèle à la surface actuelle du sol.

Il est souvent très difficile de distinguer les latérites du chapeau de fer de certains gîtes métalliques, par exemple à Cu Van près de Thaï Nguyen.

(1) Il n'y avait trace ni de cobalt, ni de métaux alcalino-terreux.

CHAPITRE IX

LES LATÉRITES ANCIENNES

M. Bourret [1922. — p. 303] a déjà attiré l'attention sur une roche ferrugineuse rencontrée à maintes reprises, au voisinage des massifs de calcaires ouraliens ou permians du Nord-Est du Tonkin. Nous avons très souvent retrouvé dans le Bac Son des roches analogues. Nous ne les avons jamais vues parfaitement en place, mais toujours elles accompagnent les calcaires anthracolithiques ; on les trouve souvent éparses au milieu des cirques ; trois fois, elles nous ont paru former un cône bas encerclé ou bordé de calcaires (1).

Cette roche se présente avec des structures très variées que nous décrirons plus loin lorsque nous l'étudierons au point de vue lithologique. Les échantillons les mieux conservés contiennent du diaspore [Patte. 1925. II] ou alumine hydratée à une molécule d'eau. Près de Van Linh, nous avons recueilli un échantillon dans lequel le microscope nous a révélé à côté de diaspore, l'existence de débris roulés de roche éruptive à augite ; dans cette région existent des filons de diabase qui traversent l'Anthracolithique et appartiennent à une traînée qui se continue jusqu'à Lang Son à travers le Trias et les rhyolites de cette époque.

Nous avons découvert de ces roches latéritiques au contact aussi bien du Dévonien, par exemple près de Van Linh (2), que du Trias, par exemple le long de la limite Nord-Ouest du Bac Son au Sud du Khao Kien ou

(1) Ces masses assez importantes existent à l'Ouest de Van Linh, près de Tri Lé en bordure orientale du Bac Son, près de Quin Son dans le Nord de ce massif.

(2) M. Giraud [1918. — p. 34] a donné des environs de Van Linh, la coupe suivante du Dévonien : 1) Schistes et calcschistes à *Chonetes indosinensis* ; 2) Calcaires gris ; 3) Grès à oolites ferrugineuses ; 4) Calcaires gris ; 5) Schistes à *Spirifer tonkinensis*.

Nous ne connaissons aucun grès à oolites ferrugineuses dans le Dévonien, par contre nous avons observé aux environs de Van Linh une roche répondant parfaitement à ce signalement et dont les débris recouvrent, à l'exclusion d'autres roches, le Dévonien en certains points du plateau où la couverture anthracolithique est disparue ; cette roche n'est pas un grès dévonien mais une formation latéritique post-permienne.

sur la bordure orientale du même massif près de Tri Lé. Nous en avons trouvé dans toutes les parties du Bac Son, par contre le massif également karstique mais non autochtone de l'arc de Ban Tac ne nous en a pas livré. A 4 kilomètres au Nord de Lang Son, nous en avons recueilli un échantillon très net, encore au voisinage des calcaires.

Quel est l'âge de ces roches latéritiques ? D'une part, elles sont antérieures aux grands mouvements tectoniques, beaucoup d'entre elles sinon la plupart, offrent des traces très nettes de laminage, nous avons recueilli en particulier des échantillons montrant de superbes surfaces de friction. D'autre part, elles sont postérieures à l'Anthracolithique, au faciès calcaire duquel elles sont liées. M. Bourret les considérerait comme venues ou formées peut-être à cette époque. Nous croyons au contraire que la production de cette latérite est liée à la constitution calcaire des pays où elle s'est formée ; les formations latéritiques sont d'ailleurs caractéristiques des périodes d'exondation, telle la bauxite des Pyrénées ou de la basse Provence au Crétacé ; la continuité des assises calcaires de l'Anthracolithique interdit de songer à une exondation au cours de cette période.

Nous avons vu que des échantillons recueillis près de Van Linh renferment des débris de roche éruptive à augite, nous ne pouvons pas assurer qu'elle provient des filons de roches basiques qui, avons-nous dit, traversent le Permien et le Trias et sont postérieurs à la venue des Rhyolites au milieu desquelles nous avons trouvé un filon de diabase ; mais comme il n'y a pas trace d'autres venues de roches à augite dans la région, il paraît assez légitime de considérer les roches latéritiques comme postérieures aux venues rhyolitiques du Trias, et comme antérieures aux charriages (1), mais il est permis aussi de penser que cette latéritisation a pu commencer avant la venue des diabases et se continuer ensuite.

(1) L'opposition entre l'abondance de la latérite ancienne dans le massif du Bac Son et son absence dans l'arc si voisin de Ban Tac, si celle-ci se confirme, pourra facilement s'expliquer par cette antériorité de sa formation relativement aux charriages.

CHAPITRE X

LES RELATIONS DES DIFFÉRENTS TERRAINS ENTRE EUX

Nous venons, dans les chapitres précédents, d'étudier la composition des différents étages rencontrés dans l'Est du Tonkin, et nous nous sommes préoccupés de leur âge relatif. Pour plus de clarté, nous préférons étudier isolément de quelle façon ces différentes termes se comportent entre eux. Ces relations sont extrêmement délicates à établir et cela pour plusieurs raisons. Les efforts tangentiels font sentir leurs effets un peu partout. Ils viennent ainsi compliquer les relations originelles entre les couches d'âge différent. D'autre part les contacts entre les divers termes sont, en règle générale, invisibles, occupés par une vallée au fond tapissé de rizières. Enfin l'observation des pendages est tout à fait exceptionnelle, rarement exempte de réserves, de plus il y a parfois doute sur l'âge à attribuer à l'un des terrains. Ce n'est que par le rapprochement de nombreuses observations que l'on peut arriver à résoudre le problème.

Nous avons vu, en étudiant la stratigraphie du Cambrien et de l'Ordovicien, que les relations stratigraphiques de ces termes entre eux ou avec le Dévonien sont inconnues ; seuls, leurs rapports tectoniques ont pu être envisagés. Nous n'aurons donc à étudier que les relations du Dévonien et de l'Anthracolithique, de ce terrain avec le Trias, de celui-ci avec le Rhétien.

I. — Les relations du Dévonien et de l'Anthracolithique

Les rapports stratigraphiques entre le Dévonien et l'Anthracolithique ne peuvent s'étudier que dans le massif du Bac Son. Le premier système se compose presque exclusivement de schistes subordonnés à des calcaires noirs, le second de calcaires en général gris clair appartenant à l'Ouralien et au Permien. Nous avons vu plus haut que l'on ne connaît en réalité aucune brèche de base de l'Ouralien, mais le Dinantien et le

Moscovien sont inconnus dans ce massif. (1) Il est donc tout naturel de s'attendre à une discordance de l'Ouralien, ou des termes supérieurs du Primaire, sur les terrains anté-carbonifères. C'est en effet la conclusion à laquelle nous sommes parvenu après nous être livré à la critique de nos observations.

Un premier indice de discordance est l'inclinaison souvent très forte des schistes ou des calcaires dévoniens, par exemple 75° ou 80° dans des schistes fossilifères entre Lang Den et Na Dong, 75° dans des calcaires au pied du Nui Da Lop au Nord-Est de Dinh Ca. De tels pendages sont évidemment possibles dans la couverture anthracolithique, mais ils ne peuvent être que très rares et accidentels dans cette masse qui forme un revêtement assez régulier. La butte qui supporte le poste de Van Linh est formée de schistes fossilifères dévoniens qui, à l'intérieur même du poste, accusent des pendages différents, 35° Ouest-Nord-Ouest à l'Ouest, 45° Nord-Est à l'Est. Si l'on ne tient pas compte d'un balancement des couches, toujours possible, la présence de cet anticlinal brusque contraste avec la régularité du plateau de Van Linh formé de schistes dévoniens sur lesquels sont posés des témoins de calcaire anthracolithique, un examen moins superficiel révèle cependant dans ces calcaires des pendages variés ; le contact n'est pas représenté par la surface actuelle du Dévonien qui réunit les bases des témoins mais par une surface sinueuse. Cette disposition n'est donc pas une preuve de discordance, celle-ci existe cependant, les calcaires carbonifères reposent en effet tantôt sur un terme du Dévonien tantôt sur un autre. Ainsi dans la même région de Van Linh, on peut voir des calcaires gris clair reposer tantôt sur des schistes, tantôt sur des calcaires noirs attribuables au Dévonien.

Nous avons été plusieurs fois impressionné par la présence assez fréquente, à la base de l'Anthracolithique, de calcaires noirs dévoniens que l'on serait en droit de considérer comme le terme supérieur du Dévonien de la région. Ils sembleraient donc indiquer un passage continu entre les deux systèmes, mais ils accusent souvent des pendages très forts que l'on ne saurait attribuer aux calcaires supérieurs. On peut remarquer d'autre part, par exemple à la limite occidentale de la boutonnière de Mo Nhai, que ces calcaires peuvent s'éloigner de la couverture anthracolithique et se prolonger à l'intérieur de l'affleurement dévonien ; enfin, toujours dans la même région, on voit les calcaires noirs dévoniens situés à la limite des deux terrains pendre tantôt vers l'intérieur tantôt vers l'extérieur de la boutonnière, s'il n'y a pas eu de balancement ; mais cette crainte ne paraît pas justifiée.

Plus à l'Ouest, le contact entre Dévonien et Carbonifère est sensiblement rectiligne et Nord-Sud entre Niet Khé et Xuat Tac ; un sentier suit à

(1) Nous ne connaissons le Dinantien qu'en dehors du Bac Son, à la Montagne de l'Eléphant près d'Haiphong ; nous nous y sommes trouvé en présence d'un contact compliqué par une flexure, nous ignorons ainsi les relations du Dinantien et des terrains sous-jacents.

peu près cette limite, il rencontre si souvent les calcaires noirs que l'on croirait bien qu'ils sont liés au contact, mais la direction de ces calcaires parfois presque verticaux est constamment Nord-Nord-Est ou Nord-Est ; ici encore, il y a discordance entre les deux termes.

Le chemin de Dinh Ca à Pho Binh Gia (voir figure 4) rencontre au Nord d'Oan Ha, des calcaires noirs dévoniens dont le pendage de 30° vers le Nord-Ouest semblerait à première vue indiquer la conformité entre le Dévonien et le Carbonifère, ces calcaires supportent des lydiennes à *Stromatopora concentrica* Goldfuss et sont supérieurs aux schistes à *Spirifer speciosus* auct. d'Oan Ha. En réalité, à deux kilomètres et demi de là, au Sud de Lang Hlit, ces calcaires sont très inclinés (75°), bien plus, selon toute probabilité, que le Carbonifère. Mais il est encore plus intéressant de constater que des témoins de calcaire anthracolithique avancent au Sud du chemin de Pho Binh Gia jusqu'aux schistes à *Spirifer* d'Oan Ha. Il y a donc discordance, mais celle-ci est-elle originelle ou tectonique ? Dans le sentier traversant les témoins anthracolithiques d'Oan Ha, on rencontre de vraies brèches ; de même, au-dessus des lydiennes à *Stromatopora*, les couches sont extrêmement bréchoïdes, cette structure est ici, il est vrai, au moins en partie originelle.

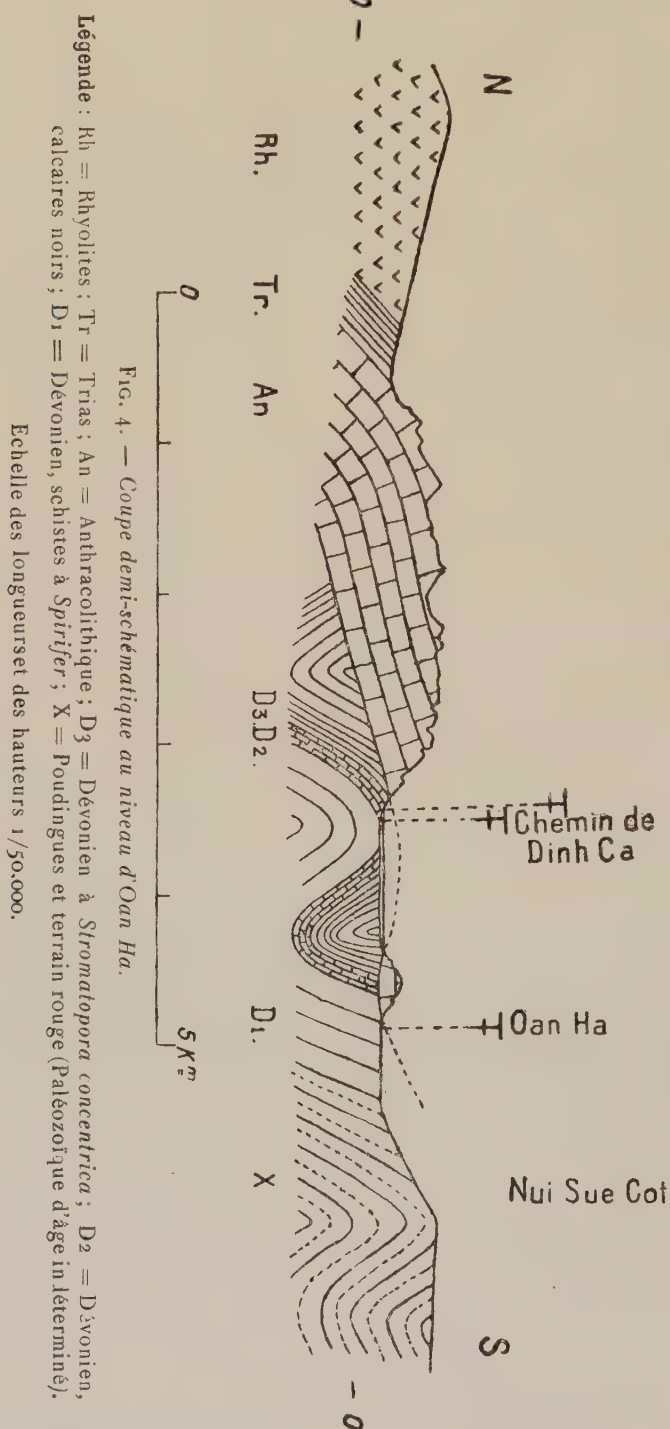
A l'Ouest de Kouan Phuc, à la limite du Bac Son et du Yen Thé, des schistes de faciès dévonien sont séparés de l'Anthracolithique par des calcaires noirs, puis, un peu à l'Ouest, par un niveau de calcaires schisteux gris noir qui sont peu inclinés sous le Carbonifère ; il paraît donc, ici encore, y avoir eu glissement d'un terme sur l'autre.

Des faits assez semblables s'observent à la lisière orientale de la boutonnière de Mo Nhài, au Nord-Ouest de Lang Mo ; des calcaires anthracolithiques inclinés de 30° vers l'Est-Sud-Est sont supportés probablement par des schistes durs, on rencontre ensuite la succession suivante : calcaires noirs bréchoïdes, calcaires schisteux gris foncé inclinés de 45° vers l'Est-Sud-Est et reposant sur des calcaires noirs, ceux-ci au Sud du poste de Mo Nhài reposent sur les schistes à *Spirifer*. Ces couches schisteuses ou bréchoïdes sont l'indice de glissements, ceux-ci peuvent fort bien, d'ailleurs, correspondre à des mouvements hercyniens ; quant au parallélisme de l'Anthracolithique et des calcaires schisteux dévoniens, il ne doit pas nous étonner, il est local et n'est pas en contradiction avec la discordance générale. Il est fort possible, du reste, que cette conformité locale ait été exagérée par entraînement mécanique. Des exemples analogues de concordance locale s'observent près de la mine du Deo Ro à l'Est de Van Linh, ici encore le fait peut avoir été exagéré (1) par le brusque plissement de la terminaison du Bac Son.

(1) La région littorale étant plus extérieure, on pourrait espérer y trouver des faits plus nets ; il n'en est rien et des glissements y seraient à craindre tout autant, ainsi que nous le dirons plus loin.

De tous ces exemples que nous avons tenu à donner, on peut retenir qu'il y a discordance de l'Ouralien et du Permien sur le Dévonien

plissé antérieurement, mais qu'à celle-ci a pu se superposer une non-conformité tectonique par glissement. Somme toute, la conception à laquelle nous arrivons après de nombreuses observations et de mûres réflexions, peut se résumer par une coupe telle que celle donnée par M. Bourret [1922. — p. 134, fig. 10] de l'anticlinal de Tra Linh (1). Seulement, tandis que cet auteur pense avoir simplement affaire à des plissements dysharmoniques et à des décollements, nous donnons moins d'importance aux phénomènes tectoniques et concluons à la transgression ouralienne. Si l'on niait celle-ci, il faudrait pour expliquer cette discordance très étendue, recourir à un glissement extrêmement important de tout l'Anthra-



(1) Certaines de nos coupes pourraient faire songer aux « erosion thrusts » de Bailey Willis [Haug 1907-1911. I. — p. 215, fig. 76], mais le fait est trop général et trop important pour s'expliquer de cette manière.

colithique du Bac Son, translation qui prendrait les proportions d'un véritable charriage, la régularité d'ailleurs générale de cette couverture calcaire est incompatible avec une telle hypothèse. Nos conclusions pour le Bac Son rappellent celles de M. Termier [1922. — p. 1177] pour les Alpes orientales, où la discordance tectonique de l'Ouralien n'exclut pas la réalité de la discordance stratigraphique originelle.

II. — Les relations de l'Anthracolithique et du Trias

Lorsque nous avons étudié la stratigraphie du Permien, nous avons signalé la concordance parfaite du Trias et des lydiennes à *Productus* de Lang Nac. Les relations de l'Anthracolithique et du Trias ne sont malheureusement pas partout aussi simples et aussi nettes.

Nous traiterons, à part, des relations des Rhyolites et du Primaire parce que les roches éruptives peuvent avoir des modes de gisement spéciaux, et que les Rhyolites représentent déjà du Trias moyen. Les calcaires anthracolithiques étant la plupart du temps, grâce aux Fusulinidés, datés avec plus de précision que les terrains triasiques, nous commencerons par étudier quels sont les termes du Primaire qui peuvent être en contact avec le Trias.

En plusieurs points nous avons trouvé des calcaires à Fusulinidés du Permien supérieur auprès de la limite des terrains, nous avons signalé leur présence aux environs mêmes de Lang Nac et nous nous sommes demandé si les lydiennes à *Productus* étaient un équivalent latéral ou une formation supérieure. Nous avons retrouvé le Permien supérieur calcaire le long de la limite méridionale du Bac Son à Minh Lé, au débouché de la gorge du Song Trung (F. 455), mais à 3 kilomètres plus à l'Ouest, le chemin parallèle au front du massif karstique rencontre des calcaires à *Bigennerina elegans* Möller (F. 3) puis, cent mètres après, les schistes supérieurs ; si la répartition verticale de ce Foraminifère est bien connue, il indique l'Ouralien ou l'Artinskien, cet étage serait ainsi au contact du Trias ou n'en serait séparé que par bien peu de Permien moyen et supérieur.

Toujours le long de la bordure méridionale du Bac Son, nous avons trouvé au bac de Song Hoa, dans le lit même du Song Thuong, des calcaires (F. 259) du Permien inférieur ou moyen, tout à la limite du massif ; mais peut-être les grès fins ou un peu argileux que la route coupe au Nord-Ouest et qui leur sont supérieurs, représentent-ils le niveau des lydiennes à *Productus*.

Tout le long de la limite Sud du Bac Son, la séparation du Primaire et du Trias est une ligne peu compliquée dans l'ensemble, mais les irrégularités dans la direction des schistes supérieurs aux calcaires anthracolithiques accusent des ondulations dans cette ligne ; il est donc difficile, par suite de l'érosion des calcaires, de dire s'il y a parfaite concor-

dance. En gros, la concordance s'observe d'un bout à l'autre de la bordure méridionale du Bac Son. Les calcaires y disparaissent brusquement par une plongée très rapide qui a un peu l'aspect d'une flexure, il est légitime de craindre des étirements. De ce côté du Bac Son, le problème n'est donc pas intégralement résolu, pourtant, étant donné, d'une part la concordance observée à Lang Nac, la conservation du Permien supérieur à Minh Lé, d'autre part la concordance du Trias observée en gros d'un bout à l'autre de ce front du massif primaire, il est permis d'admettre qu'il y a eu primitivement continuité entre les deux termes, des étirements ayant pu, ensuite, modifier leurs relations.

Le long de la limite orientale du Bac Son, nous trouvons encore la concordance (1) autour de la terminaison périclinale de la digitation aboutissant à Ban Hau, des Fusulinidés du Permien supérieur (F. 284) y ont été recueillis ; nous verrons pourtant plus loin qu'il y a des traces de glissement au contact. Plus à l'Ouest, au Sud de Cho Bai, entre le Khao Lan et le Khao Kuong, affleure le Permien supérieur ; c'est à Cho Bai d'ailleurs qu'existe du Thuringien supérieur à *Ophiceras*. Dans la même région, des calcaires artinskiens ou saxoniens apparaissent au milieu du Trias, mais il est impossible de dire s'il y a vraiment contact et si l'on n'est pas en présence d'éboulis de schistes triasiques. Nous ne savons pas si le Thuringien existe sur la limite Nord-Ouest du Bac Son, l'Artinskien ou le Saxonien s'observe (F. 502) au pied Sud du Khao Kien, il est inférieur à des schistes qui supportent les rhyolites, mais il est possible que le Thuringien soit masqué par les éboulis.

Les termes triasiques en contact avec l'Anthracolithique ne nous fournissent pas beaucoup de renseignements. Nous avons vu qu'il y a du Trias inférieur à Lang Nac, qu'il en existe peut-être à Lang Son et à Cho Bai. Ailleurs nous n'avons de preuves de son existence ni par la paléontologie ni par la stratigraphie ; les gisements fossilifères proches du contact sont rares. Dans la région de Tri Lé, les schistes du Trias supérieur ne sont pas éloignés du massif anthracolithique, mais on ne peut rien en conclure. La position des grès à *Monophyllites Suessi* du col du Nui Vinh Yen est plus intéressante, il semble bien d'après ce que l'on peut voir, que ces grès reposent sur les calcaires anthracolithiques ; or ils appartiennent, sans erreur possible, à la zone à *Ceratites trinodosus* du Virglorien supérieur. Il convient de remarquer que les efforts tangentiels ont été intenses dans cette région où nous avons observé un petit pli couché, des dislocations dans les calcaires anthracolithiques, des brèches tectoniques à la base des schistes triasiques. Pourtant la nature assez grossièrement détritique de ces grès où les Ammonites sont le plus souvent brisées, conviendrait bien à une couche de base.

(1) Des schistes gréseux appartenant peut-être au Permien sont concordants avec les calcaires sous-jacents, ils sont à la base des schistes triasiques.

L'étude des termes en contact a donc été incapable de nous renseigner sur les relations stratigraphiques des deux terrains. Adressons-nous à l'allure et à la disposition des couches des régions de contact, étude délicate, les pendages sont rarement connus, surtout dans les calcaires ; il est tout à fait exceptionnel de les connaître à la fois dans un terrain et dans l'autre. La concordance existe, avons-nous dit, à Lang Nac et plus au Nord jusqu'au Ban Hau, elle se continue en gros et probablement dans le détail sur la lisière méridionale du Bac Son. Pourtant au Nord de Don Met, on voit les collines schisteuses s'avancer au pied de la muraille calcaire, dont les strates sont visibles sur des sections transversales ; le Trias doit buter contre le Primaire, mais cela paraît l'effet bien plus d'une faille normale et conforme que d'une transgression. C'est à des failles qu'il convient, un peu au Sud-Est, d'attribuer un petit pointement de calcaire anthracolithique au milieu du Trias au Nord de Khuon Di, et probablement un affleurement de calcaires bréchoïdes accompagnés de galène que M. Bourret a bien voulu nous signaler au Nui Cau Ré au Sud de Nhat Lang.

En allant de Van Linh à Pho Binh Gia, on aperçoit à l'Est de Na Ri (1) un éperon de Trias, l'affleurement est bordé sur trois côtés, et même dominé, par les calcaires anthracolithiques ; comme il n'y a pas de charriage du Paléozoïque dans cette région, cette particularité ne peut s'expliquer que par la transgression du Trias sur une surface ruiniforme de calcaire ou par des failles.

Ailleurs, nous avons bien des exemples de non-conformité ; mais ils sont dus à des contacts anormaux que nous étudierons lorsque nous décrirons en détail les unités géologiques.

Les relations des Rhyolites et du Primaire nous donneront heureusement des renseignements plus sûrs. De bonnes observations sont possibles à 6 kilomètres de Pho Binh Gia, sur la route de Van Linh. Si l'on s'écarte un peu vers l'Est, on aperçoit à l'Ouest de Ban Hou, des masses calcaires qui ne se distinguent pas des autres si ce n'est par leur couronnement très différent, celui-ci forme une sorte de couverture régulière à peine convexe, contrastant avec le relief karstique ordinaire, il n'y a aucun doute que ce couvert ne soit le prolongement des rhyolites qui s'étendent à l'Est du Bac Son. D'ailleurs, si l'on suit l'ancien tracé de la route, on trouve, au col, des rhyolites et à côté des têtes de calcaire gris anthracolithique. Du village de Phai Dem, on aperçoit parfaitement des calcaires pointant en plusieurs endroits de la surface régulière des rhyolites. La carte indique, du reste, très nettement plusieurs pointements semblables sur les flancs de la colline cotée 558. Il s'agit certainement de rhyolites épanchées directement sur la surface ruiniforme des calcaires ouraliens ou permien (Planche V, fig. 5), ces observations ne font que confirmer ce que nous avons pressenti en d'autres points.

(1) Petit hameau qu'il ne faut pas confondre avec Na Ri, poste situé à l'Ouest de Pho Binh Gia.

Dans la région du Du Kin, la superposition directe des rhyolites à l'Anthracolithique est parfaitement nette, mais il est impossible d'affirmer qu'il y ait eu formation de surfaces d'érosion compliquées avant leur émission. Nous reviendrons plus loin sur cette région.

Nous avons rencontré quelques exemples fort nets où les rhyolites sont dominées par des calcaires de telle façon que le contact ne peut être que vertical ; l'hypothèse d'un redressement ou d'un charriage étant impossible, il ne peut y avoir eu qu'épanchement sur une surface ravinée, à moins que l'on ne soit en présence d'une cheminée ou d'une faille. Nous avons observé le fait très nettement à l'Est de Loung Kai dans la région de Du Kin, le calcaire est bréchoïde et renferme probablement *Fusulina prisca* Deprat du Permien supérieur (F. 181). La structure des calcaires rend ici presque certaine l'existence d'une faille. Dans la région de Tri Lé, on est également réduit à ces seules hypothèses pour expliquer à Na Lot la position, au pied d'une muraille calcaire verticale, d'un petit éperon de rhyolite à côté duquel nous avons recueilli *Schwagerina princeps* (F. 325). Au Sud de Tri Lé, le phénomène prend de plus amples proportions, de Na Né au Nui Ban Bac existent des rhyolites et des tufs au milieu de calcaires permien dont les pendages sont parfois visibles. Les rhyolites ou les tufs rhyolitiques s'observent aussi bien à côté du Permien inférieur ou moyen (F. 376) que du Thuringien (F. 374 A). Ici des failles sont absolument certaines. A l'Est, au Sud et à l'Ouest du Nui Ban Bac, les calcaires sont inclinés de 45° vers l'Est ; à l'Est, les calcaires dominent nettement les rhyolites, il est impossible d'expliquer cette disposition autrement que par une faille, l'épanchement sur une surface ravinée est insoutenable, comme le montre la coupe ci-jointe.

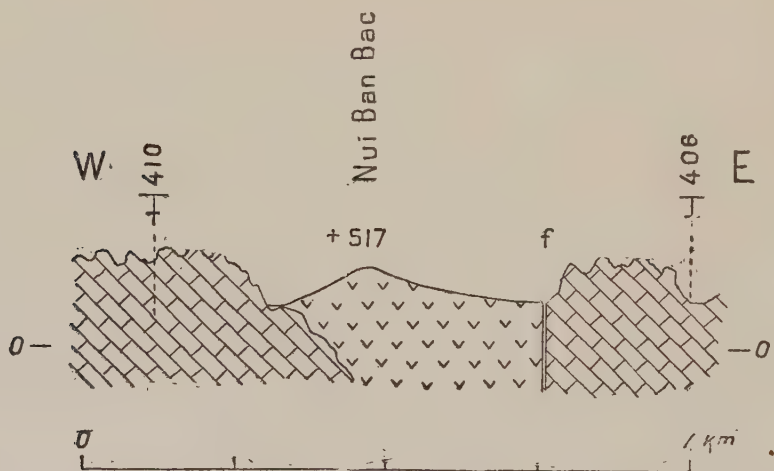


FIG. 5. — Coupe du Nui Ban Bac. Calcaires anthracolithiques et rhyolites triasiques.

Légende : F. 406 et F. 410 : Gisements fossilifères à *Schwagerina Verbeeki* ; f : Faille.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/50.000

De cette discussion nous pouvons dégager les faits suivants ; il y a des exemples indiscutables de concordance du Paléozoïque et du Trias inférieur, tandis que la discordance n'a jamais pu être établie. Par contre, la superposition directe des Rhyolites du Trias moyen à des calcaires anthracolithiques déjà ravinés est bien établie, celle des grès à *Monophyllites Suessi* du Virglorien supérieur est extrêmement probable. De toutes façons, la discordance des Rhyolites entraîne celle du Trias moyen. Mais la plupart du temps, il est impossible d'attribuer à une discordance plutôt qu'à des failles, certaines particularités topographiques. De plus, dans un pays sur lequel sont passées des nappes, il y a toujours à craindre, soit des étirements, soit l'entraînement de paquets plus ou moins étendus d'un terrain au sein d'un autre.

A moins de recourir à un jeu compliqué, qui choquerait la raison, de multiples petites transgressions locales de la mer triasique au milieu de côtes très découpées, il faut admettre qu'il y a eu concordance générale du Trias et du Permien, ce qui est une règle presque absolue sur le reste du globe. Il y a eu ensuite émergence et venue des rhyolites. Nous connaissons des tufs rhyolitiques à *Myophoria*, *Halobia*, *Pecten*, ils indiquent que la mer baignait le pied de certains volcans. Les grès à Ammonites brisées du Nui Vinh Yen indiquent que, probablement, la mer avait fait retour dans ces parages à la fin du Virglorien (niveau à *Ceratites trinodosus*), ce qui s'accorde avec l'âge des tufs volcaniques.

Ce que nous venons de dire concerne les abords du massif du Bac Son. Plus au Sud dans la région du littoral, le Terrain Rouge triasique est nettement transgressif, soit sur l'Anthracolithique, soit sur un complexe de terrains plus anciens comprenant même des schistes lustrés et des séricitoschistes, les faits sont très nets au Nord de la rade de Port-Courbet.

Nous avons vu dans le pays de Lang Son, le Terrain Rouge triasique reposer en concordance sur le Trias supérieur de faciès normal, qui réapparaît encore plus haut en couches interstratifiées. Le Trias ne se comporte donc pas partout de la même manière, ce qui ne nous surprend pas ; nous avons étudié plus haut, les variations latérales de faciès au niveau du Terrain Rouge triasique dans la région de Lang Son. Le Terrain Rouge du Trias a très bien pu commencer à se déposer dans le Sud plus tôt que dans le Nord.

III. — Les relations du Rhétien et de son substratum

Zeiller [1903. — p. 1] signalait la discordance du Rhétien sur les calcaires anthracolithiques dans le bassin houiller du littoral.

M. Lantenois [1907. — p. 26] reconnut que le Rhétien houiller était limité par le calcaire carbonifère ou les « Grès de Do Son » inférieurs

à ceux-ci (1) et que des lambeaux de « Terrain ancien de Moncay » apparaissent sous le Rhétien.

M. Deprat [1917] a donné une coupe montrant les grès rhétiens reposant transgressivement sur les calcaires ouraliens qui plongent dessous ; elle montre ce Rhétien reposant tantôt sur les calcaires, tantôt sur des lambeaux du grès permien observable à Hongay. Pour cet auteur il y avait dans les rochers de la baie de Ha Long réapparition d'une topographie post-permienne et anté-rhétienne, les courants actuels déblayant le Rhétien déposé dans les cavités de calcaire érodé, le modelé de la baie de Ha Long ne daterait pas de l'époque actuelle mais de temps antérieurs au Rhétien. Cette dernière affirmation est bien hardie, mais la transgression du Rhétien sur l'Anthracolithique est très réelle, elle s'observe aussi bien aux environs de Hongay qu'à Dai Dan près de Quang Yen, qu'au Nord-Est de Xich Thô au fond de la rade de Port-Courbet.

L'érosion ayant été poussée très loin avant le dépôt du Rhétien, ce terrain repose parfois sur le substratum du Carbonifère, qui s'observe parfaitement auprès des calcaires à Fusulinidés de la rade de Port-Courbet. Au Nord de ces calcaires ou de leur prolongement, le Rhétien repose sur un complexe de schistes sériciteux, de quartzites écrasés et même de véritables séricitoschistes à tourmaline.

Plus au Nord encore, entre le Rhétien de Hongay et celui d'An Chau, apparaissent du Trias et des rhyolites. Le Terrain Rouge s'interpose souvent entre les schistes sériciteux et le Rhétien.

Mais le contact du Primaire et du Rhétien a été parfois dérangé ; ainsi au Nord de Nga Hai, dans l'alignement des témoins calcaires de la rade de Port-Courbet, on peut à un gué observer une brèche, mélange broyé de charbon et de calcaire gris anthracolithique à organismes indéterminables. Plus au Sud, au pied Sud-Est du Nui Quang Hanh, on voit, en bordure du massif calcaire du Deo But, une brèche calcaire typique avec des éléments gros comme des œufs ; au Nord s'étend le Rhétien, la tranchée de la nouvelle route permet d'y voir des grès rigides qui ont glissé sur des schistes très contournés ; parfois tout est brouillé.

Malgré ces perturbations, la transgression du Rhétien sur un substratum paléozoïque plissé et très érodé est nettement établie et très réelle dans la région littorale, il est donc aussi transgressif par rapport au Trias.

Plus au Nord dans la région d'An Chau, les poudingues rhétiens recouvrent le Trias présentant soit le faciès du Terrain Rouge, soit le faciès lacustre d'An Chau qui est supérieur au premier. La régularité avec laquelle ces deux termes s'inclinent ici pour passer sous les pou-

(1) Il n'y avait une légère confusion que pour les grès permien de Hongay dont l'âge exact n'était pas encore connu.

dingues indique, sinon une conformité locale parfaite, du moins une quasi-concordance. Nous étudierons plus loin cette région d'An Chau.

Les faits sont identiques plus au Nord, ainsi que cela ressortira nettement de l'étude du Haut Yen Thé où des fragments d'anticlinaux du Primaire appartenant à la terminaison sud-occidentale du Bac Son sont seuls visibles, le reste étant masqué par la couverture transgressive.

Sur le Bac Son lui-même, les brèches du Système X ont laissé de leurs débris sur les calcaires ouraliens du Nui Kouei Tien au Nord-Est de Dinh Ca.

TROISIEME PARTIE

ÉTUDE DES DIVERSES UNITÉS GÉOLOGIQUES

CHAPITRE PREMIER

LE MASSIF DU BAC SON

Comme nous l'avons déjà fait, en donnant une vue d'ensemble sur les unités géologiques de l'Est du Tonkin, nous commencerons par l'étude du massif du Bac Son, région que nous avons précédemment définie et limitée.

Le simple examen d'une carte topographique permet de distinguer plusieurs arcs plus ou moins soudés dont l'ensemble constitue le massif. La carte géologique montre qu'ils sont en rapport avec la constitution du sous-sol. Ces différents arcs apparaîtraient sans doute beaucoup plus nettement si les calcaires avaient été plus épargnés au Sud-Ouest.

Le Paléozoïque est l'élément fondamental du massif du Bac Son tel que nous l'entendons. En étudiant la stratigraphie, nous avons déjà eu l'occasion de signaler le minuscule lambeau d'Ordovicien à *Calymene* de Nam Mo, la série dévonienne principalement composée de schistes à *Spirifer*, enfin l'Anthracolithique qui forme la majeure partie du massif et lui vaut ce relief karstique dominant qui aide à le placer immédiatement sur une simple carte topographique. Nous avons parlé aussi d'une série, inférieure au Dévonien fossilifère, contenant quelques bancs de poudingues, des couches de grès et de schistes lie de vin. Lorsqu'il n'y a pas de fossiles, il n'est pas possible de tracer une limite entre les schistes dévoniens et ces terrains. Il faut ajouter à

ces formations le granite très écrasé, constituant des petits affleurements qui n'avaient pas encore été observés ; il apparaît près de Mo Nhai, sous le Dévonien.

Entre les anticlinaux de Mo Nhai et de Van Linh sont conservés quelques lambeaux de Trias avec rhyolites ; enfin un peu au Nord-Ouest du Nui Kouei Tien, nous avons reconnu des débris de Brèche du Système X sur des calcaires ouraliens de l'arc de Dinh Ca.

Nous avons étudié la stratigraphie du Dévonien avec suffisamment de détail pour qu'il ne soit plus nécessaire d'y revenir ici. Le Bac Son cache certainement des faits très intéressants au point de vue des terrains et des mouvements anté-ouraliens. Malheureusement, il n'est pas possible de les observer utilement. Nous avons discuté précédemment les relations du Dévonien et de l'Anthracolithique et avons conclu à une discordance. Malgré tout, il y a presque toujours une certaine tendance des couches dévoniennes à s'orienter suivant les courbes de niveau de la surface structurale relative à l'Anthracolithique ; cela peut tenir en partie à ce que les terrains dévoniens et post-ouraliens ont, au Secondaire, subi les mêmes vicissitudes ; ce traitement commun expliquerait surtout ces faits aux points où le plissement anté-ouralien aurait été plus faible et les mouvements du Secondaire plus intenses. Mais il est, sans doute, aussi simple d'admettre aussi une certaine persistance des premières lignes directrices ou une influence posthume de celles-ci.

Il est un autre fait important à signaler, qui, au premier abord, est en contradiction avec le précédent. L'anticlinal de Van Linh est nettement orienté Sud-Ouest Nord-Est, il laisse apercevoir le Dévonien, or à l'entrée du poste de Van Linh comme au kilomètre 3,700 de la route de Thanh Moï, les schistes sont orientés Sud-Est Nord-Ouest, l'orientation de ces couches est bien connue grâce aux fossiles plats. Mais cette opposition, pouvant s'observer localement dans les calcaires anthracolithiques qui sont en témoins sur le Dévonien n'est attribuable qu'à la combinaison de deux efforts discordants post-paléozoïques.

Les lignes directrices convexes vers le Sud-Est se trahissent soit par l'allure des affleurements de Dévonien, soit par la direction de bandes calcaires.

Un arc particulièrement net est celui que nous nommons *Arc de Dinh Ca* ; il est constitué par une bande de calcaire paléozoïque qui s'enfonce au Nord sous le Trias ; depuis le Nui La Hien, son extrémité occidentale, jusqu'à Oan Ha, elle est limitée au Sud par une large vallée ; plus à l'Est, l'arc s'élargit et il est bien difficile de tracer une limite le séparant du reste du Bac Son ; il faut sans doute la chercher dans l'axe de Quin Son ; au delà, elle est arbitraire et doit aboutir à Pho Binh Gia. L'axe de Quin Son n'est, au fond, que le prolongement d'un large anticlinal dont l'extrémité Sud-Ouest disparaît sous le Secondaire et dont l'axe passe par Na Bor. Plus à l'Est, la boutonnière de Mo Nhai est orientée suivant un nouvel arc. Plus au Sud-Est

encore, d'autres arcs sont indiqués par le coin de Trias de Tri Lé et son prolongement à l'intérieur du massif, puis par les digitations que celui-ci envoie vers le Nord-Est. L'axe de la digitation de Du Kin, qui borde la région triasique de Tri Lé, paraît se prolonger vers le Sud-Ouest par l'affleurement de Dévonien de Mo Kay. La dernière digitation correspond à l'anticlinal de Van Linh. Le flanc sud-oriental de cet anticlinal s'infléchit très rapidement et disparaît sous le Trias le long de la voie ferrée de Hanoï-Langson. La terminaison du massif du Bac Son est très simple vers le Nord-Ouest, le Nord-Est et le Sud-Est ; le Primaire y disparaît sous le Secondaire ; la limite Nord-Ouest est très régulière, elle correspond au bord concave de l'arc de Dinh Ca. Au Nord-Est, la limite a la forme d'une côte chiragratique, les digitations correspondant aux terminaisons périclinales des anticlinaux. Au Sud-Est, la limite est très nette encore, elle correspond au bord convexe du dernier arc depuis Lang Nac jusqu'à Lang Gia sur le méridien de Phu Lang Thuong. Mais ici la limite devient difficile à tracer. L'examen de la carte topographique ferait croire que les apophyses de calcaires anthracolithiques à Lang Gia et plus au Nord à Lang Bai sont semblables à celles du Nord-Est du Bac Son, c'est-à-dire sont des terminaisons périclinales, mais il n'en est rien. Les calcaires qui s'avancent jusqu'à Lang Gia correspondent au flanc d'un anticlinal dont on ne peut voir que la terminaison orientale, l'autre partie disparaissant sous la couverture mésozoïque. Au Nord de Mo Xat (F. 458) comme à Lang Cuong (F. 460), nous avons trouvé des schistes fossilifères du Dévonien, ces deux gisements marquent la limite visible des deux flancs de l'anticlinal ; à sa terminaison périclinale, près de Dong Leo, nous avons recueilli un morceau de calcaire noir à *Stromatoporidés* et *Polypiers*, très probablement dévonien. Quant à la couverture mésozoïque, il ne nous est pas possible de dire si elle s'arrête à la corde Mo Xat-Lang Cuong ou si elle la dépasse vers l'Est, nous pensons qu'elle n'atteint même pas Lang Cuong ; la similitude des faciès de la couverture mésozoïque et de certaines formations paléozoïques rend le problème difficilement résoluble.

A l'Est de la corde, le sentier de Cho Phong à Bo Ky rencontre du Terrain Rouge que nous considérons comme paléozoïque, mais à l'Ouest nous en sommes réduits à limiter arbitrairement la couverture transgressive par continuité avec ce que nous avons observé au Sud-Est.

A 1200 mètres au Nord du gisement fossilifère de Lang Cuong, en existe un autre qui accuse l'existence d'un second anticlinal accolé au premier ; le pendage des couches et la présence de calcaires de faciès dévonien indiquent que la limite de l'Anthracolithique, entre ce gisement et Kouan Loung, correspond au contact de ce terrain avec le Dévonien et les terrains, grès, schistes et poudingues, que nous tenons comme paléozoïques mais que l'on pourrait encore confondre avec du Secondaire.

Le synclinal qui, au Nord, fait suite à cet anticlinal, est indiqué par le cours du Song Rong. Nous arrivons ainsi au pays formant, en gros,

un anticlinal qui s'étend au Sud de l'arc de Dinh Ca, ce pays est divisé par un synclinal dont l'axe correspond aux témoins calcaires situés à l'Ouest et à l'Est de Na Bor. Le Dévonien y forme de larges affleurements, il disparaît sous l'Anthracolithique de l'arc de Dinh Ca. Le Trias et le Rhétien viennent peut être recouvrir une partie du Primaire à l'Est de la limite que nous leur attribuons, mais nous n'en avons aucune preuve. Au Sud-Ouest de Trang Xa, nous ne connaissons plus d'affleurements paléozoïques datés par des fossiles, le pays formé par le chau de Dong Hi et le Haut Yen Thé est, il est vrai, presque complètement impénétrable.

Nous n'avons dans cette région, comprise entre la limite tracée sur notre carte et les calcaires anthracolithiques, rencontré aucune trace de rhyolite, ceci tendrait à prouver qu'il n'y a, au moins, pas de Trias. Nous n'avons recueilli en fait de roche éruptive, qu'une belle ophite à labrador, augite et micropegmatite, à 6 kilomètres au Nord de Lang Gia, elle ne peut venir que des environs immédiats, c'est-à-dire de l'anticlinal de Paléozoïque ; c'est la seule roche éruptive que nous ayons rencontrée dans cette région.

I. — L'Arc de Dinh Ca

[Pl. VII, fig. 1]

La constitution de cet arc est simple ; au Nord-Ouest, il disparaît sous le Trias et les Rhyolites ; on trouve en le franchissant, au Nui Kouei Tien des débris de rhyolite et de brèche du Système X, formations qui l'ont autrefois recouvert (1).

A deux kilomètres au Sud-Ouest de Dinh Ca, d'énormes blocs de rhyolites pointant au milieu des alluvions, nous semblent bien indiquer que des émissions de rhyolite se sont fait jour à travers le Primaire.

Au Nui Kouei Tien, nous avons recueilli *Schwagerina princeps* Ehrenberg (F. 507), fossile considéré en général comme caractéristique de l'Ouralien supérieur. Au Nord-Ouest, à la limite du massif, nous avons trouvé le Permien inférieur ou moyen à *Doliolina lepida* Schwager (F. 504). Le Thuringien n'a pas été observé, mais il peut toutefois exister. Peut-être le Permien supérieur est-il représenté par les calcaires oolithiques que nous avons trouvés près de la bordure du Bac Son à Vinh Yen, à Ban Dan et à Na Don près de la terminaison Nord du massif. Nous avons vu, en effet, que ce faciès paraît spécial aux termes supérieurs du Permien. Les oolithes sont très nettes à Vinh Yen ; à Na Don, elles sont pres-

(1) Nous ne pensons pas qu'il soit possible de les attribuer à d'anciennes alluvions très élevées. La rencontre de ces débris n'est, d'ailleurs, que très normale, les calcaires anthracolithiques s'enfonçant au Nord sous ces terrains.

que totalement effacées par la cristallisation. Au Sud-Est, l'arc repose sur le Dévonien, celui-ci a presque entièrement été enlevé le long du contact et une large vallée d'alluvions, souvent latéritisées, s'étend au pied de la muraille calcaire. Deux affleurements de lydiennes sont attribuables au Dévonien, l'un d'eux supporte le poste de Dinh Ca, où cette roche est extrêmement plissée et contournée (1). Plus au Nord, le Dévonien est mieux conservé, nous avons déjà étudié les affleurements de ce terrain aux environs d'Oan Ha. Au Nord-Est, la limite de l'arc calcaire de Dinh Ca se rapproche de plus en plus de l'axe de l'anticlinal ; celui-ci subit un ensellement très brusque au Nord-Est du Khao Chan, l'Anthracolithique passe ainsi au-dessus de l'anticlinal tout-à-coup transformé en dépression transversale. L'axe de l'anticlinal anthracolithique passe à peu près par le sommet du Khao Chan qui doit être formé de grès et de poudingues d'après les éboulis observables à ses pieds. Cette direction se continue dans l'axe de Quin Son. Après avoir franchi une bande transversale de calcaires anthracolithiques, large d'un kilomètre, on arrive à une vaste brèche creusée par l'érosion dans les calcaires. Une petite butte de schistes probablement dévoniens s'y rencontre au Sud de Na Mi, et, à Mo Siot, on pénètre dans les calcaires noirs à *Alveolites* (2) peut-être dévoniens. Plus au Nord, les faits se compliquent, après avoir rencontré un cône, que les latérites anciennes constituent probablement en entier, on trouve des schistes, grès et poudingues, qu'il faut attribuer à la couverture mésozoïque. D'après un pendage, l'anticlinal doit subir un nouvel abaissement d'axe au niveau de Na Lem.

Au Nord de ce village, nous avons rencontré des morceaux de schistes et d'un poudingue extrêmement écrasé où l'on reconnaît à l'œil des débris de granite, et dont le ciment paraît au microscope être une arkose sinon du granite très écrasé ; si nous n'y avons pas trouvé un galet très net d'un quartz riche en muscovite, du cortège des pegmatites, nous aurions considéré cette roche comme un pseudo-poudingue d'origine tectonique. Treize cents mètres plus au Nord, à Len Gio, existe une roche écrasée voisine des pegmatites, composée de quartz, d'orthose, avec parfois des filonnets d'albite, d'un peu de tourmaline ; à côté gisent des morceaux de tuf ou de grès à débris de rhyolites et de micropegmatites ; sans cette roche d'origine rhyolitique, nous aurions probablement rapproché les roches granitoïdes de celles de la boutonnière de Mo Nhài, qui sont anté-ouraliennes, nous devons au contraire considérer ces différentes roches comme appartenant au cortège des rhyolites (1) et les attribuer au Trias. Leurs relations avec les calcaires anthracolithiques deviennent alors très délicates et pour les expliquer nous avons recours à des failles avec effondrement ou avec décrochement ; on pour-

(1) Ces lydiennes ont été prises par M. Giraud pour des tsingtauites.

(1) Nous verrons plus tard que les pegmatites s'associent aux rhyolites du Tam Dao et de Moncay.

rait envisager la possibilité d'un renversement des calcaires du Nui Vinh Yen (cote 748), mais cette dernière hypothèse est insuffisante et peu vraisemblable. Quoi qu'il en soit, nous avons atteint une zone où il faut s'attendre à des dislocations tectoniques. Nous décrirons plus tard les broyages au contact avec le Trias à la lisière du massif, dans cette région même ; ne citons ici que les accidents intérieurs au Bac Son.

Dans la partie occidentale de l'arc de Dinh Ca, les couches anthracolithiques paraissent régulières, mais près de Vinh Yen, et à mi-chemin entre cette localité et Pho Binh Gia, il y a des calcaires redressés verticalement ; d'après leur direction, ils appartiennent à un même alignement. C'est un peu au Nord, près du village de Ya La, qu'une muraille calcaire découpée par l'érosion montre en section la charnière synclinale d'un pli couché visible sur plus de 200 mètres (Pl. VI, fig. 2), l'effort s'y est exercé vers le Sud. Dans la même région, on peut constater dans les calcaires, des traces de dislocations tangentielles visibles sur une paroi et ces roches présentent parfois des traces d'écrasement. Ce pli couché n'a peut-être pas une très grosse importance en lui-même, mais il témoigne de l'intensité des mouvements tangentiels et des dislocations dans cette partie de l'arc.

II. — La région de Na Bor

Nous dirons peu de choses de cette région. Nous avons vu, à propos de l'Ordovicien, comment, à l'Ouest, aux alentours de Nam Mo, les couches siluriennes et dévoniennes paraissent se comporter.

A l'Est, nous n'avons pas relevé d'indice d'une architecture semblable, mais, dans ce pays très couvert, cela peut résulter simplement de notre ignorance (1).

A l'Ouest de Nam Mo, les couches bien visibles que l'on rencontre en suivant le sentier du Deo Bout et du Deo Va Ha, témoignent de plissements très énergiques, elles sont parfois redressées ; on rencontre là des schistes parfois lie de vin et des grès et quartzites schisteux.

Les calcaires situés au Nord-Ouest de Na Bor sont en témoin sur le Dévonien qui est fossilifère dans cette région. A l'Est existe un autre témoin, ces deux petits massifs jalonnent un synclinal séparant deux anticlinaux. Celui du Nord se continue, avons-nous dit, vers l'axe de Quin Son, celui du Sud-Est est probablement le prolongement d'un petit anticlinal parallèle qui passe au Sud de Na Lam ; il serait bien invraisemblable que ce dernier se continue vers Xuat Tac ; il faudrait

(1) Nous n'avons aucun indice quant à l'âge des formations charbonneuses qui se rencontrent respectivement à 600 mètres au Nord et à 900 mètres à l'Ouest de l'ancien poste de Trang Xa.

admettre qu'il s'incurve vers le Sud-Ouest en tournant sa convexité vers le Nord-Ouest, ce qui sonnerait au milieu des lignes directrices si nettes, toujours concaves vers cette direction ; il est plus simple et logique de considérer cet anticlinal comme le prolongement de celui du Sud de Na Bor. L'apparition de Dévonien aux environs de Xuat Tac serait dû à un relèvement de l'axe du synclinal situé plus au Sud.

III. — La Boutonnière de Mo Nhai

Cette boutonnière qui permet d'apercevoir le Dévonien et même du granite correspond à un brachyantoclinal de la couverture anthracolithique.

Le Dévonien est représenté par différents termes, schistes à *Spirifer speciosus*, lydiennes ou schistes siliceux à *Spirifer bifidus* var. *aspera* et *Zaphrentis*, calcaires noirs, calcaires noirs schisteux à Polypiers tubulaires, quartzites à Stromatopores. Il est absolument impossible de donner une liste stratigraphique de ces différents termes ; M. Giraud [1918. — p. 32] a dit au sujet des environs de Mo Nhai : « Ces schistes (schistes « de l'ancien poste, à *Spirifer tonkinensis* Mansuy etc. (1) très plissés « supportent des schistes carburés, visibles au Sud du poste, sur le « chemin de Van Linh, des calcaires gréseux, des calcschistes, des grès « quarziteux enfin des calcaires siliceux gris à *Alveolites* et des cal- « caires gris noirs laminés, qui sont recouverts par les calcaires ouralo- « permians du Bac Son ». Ces formations paraissent être présentées comme une suite de termes successifs, nous pensons cependant que telle n'a pas été la pensée de M. Giraud et qu'il s'agit d'une simple énumération sans ordre voulu, il est absolument impossible de faire des observations aussi précises, seuls les calcaires noirs paraissent bien supérieurs aux schistes fossilifères. Quant aux schistes carburés, nous ne sommes pas d'accord M. Giraud ; nous avons longuement examiné les tranchées du chemin de Van Linh au Sud du poste ; les schistes que l'on y rencontre sont secs, durs, passant aux lydiennes, noirs seulement quand ils sont frais, ce qui est rare, ils ne tachent pas les doigts et sont inodores, on ne peut vraiment pas parler de schistes carburés.

La discordance de l'Anthracolithique et du Dévonien est nette à l'Est du poste ; les calcaires supérieurs pendent vers l'Est, tandis que la schistosité des lydiennes à *Zaphrentis* visibles au pied du poste est dirigée Sud-Ouest Nord-Est ; cette direction paraît être aussi celle des couches ; en effet, à côté, des schistes contiennent des *Spirifer speciosus* dans les plans de schistosité, qui sont donc confondus avec ceux de stratification. Nous avons, plus haut, donné d'autres exemples de discordance pris dans la Boutonnière de Mo Nhai.

(1) = *Spirifer speciosus* auct.

La limite entre le Dévonien reconnu et la série paléozoïque non datée, des schistes lie de vin est impossible à tracer. Celle-ci occupe une position élevée à la cote 580 où affleurent des schistes lie de vin. Cette formation s'étend plus au Nord et plus bas, elle s'observe au Nord de Tein Lein. Elle renferme quelques poudingues à éléments surtout petits, ils sont plus ou moins schisteux et contiennent des galets de quartz, de quartzites et des débris de schistes ; nous venons de dire que les poudingues sont parfois schisteux, il existe en effet des traces de laminage dans tout cette série ; celles-ci sont particulièrement nettes au contact des granites.

Ces roches affleurent en quelques points de la partie Nord de la Boutonnière ; elles sont toujours très écrasées, souvent méconnaissables. Sur le terrain il est impossible de dire si l'on a affaire à du granite ou du quartz filonien ou à d'autres roches riches en quartz et écrasées. Le microscope est lui-même parfois impuissant. Il existe cependant de véritables granites extrêmement écrasés ; M. le Professeur Lacroix a bien voulu en examiner les préparations. Les affleurements paraissent devoir être groupés suivant deux alignements presque exactement Sud-Ouest Nord-Est. Le premier longe la bordure Nord-Ouest de la boutonnière sur une longueur de sept kilomètres, de Tein Xuyen à Tchié Vou. Le second correspondrait à des débris observés dans la vallée au Nord-Est de Tein Lein et à un affleurement visible à un kilomètre au Nord-Ouest du poste de Mo Nhai. A l'Est de Tchié Vou, ils supportent des schistes fossilifères du Dévonien et peut-être directement des calcaires blancs de faciès anthracolithique. Au Nord-Ouest du poste, on les voit supporter un témoin de calcaire noir de faciès dévonien. Près de Na Djuoc, l'affleurement le plus occidental supporte des calcaires noirs plus ou moins schisteux qui ne peuvent être considérés que comme dévoniens ; le contact est visible en deux points. Un peu plus au Sud, le sentier de Tein Xuyen à Tein Lein recoupe les mêmes roches écrasées, mais, si du col que franchit le chemin on s'élève vers le Sud, on recueille des débris de roches d'un brun violacé, écrasées, schisteuses et contenant des grains de quartz, leur aspect varie et en s'élevant plus, on trouve des roches de même couleur paraissant être des schistes gréseux. Plus haut encore existent de vrais schistes contenant des galets de quartz et de quartzite gros comme des œufs de poule. L'écrasement est tel que sur le terrain l'on ne peut ni avoir une idée sur la nature de ces roches, ni tracer la limite des formations sédimentaires. L'altération rend encore les déterminations plus délicates. Au microscope, les roches brun lie de vin, schisteuses, à quartz, paraissent être un produit de l'écrasement du granite ou d'une roche de contact, les quartz sont déchiquetés ou brisés, la muscovite est pénétrée de magnétite. Quelques blocs de schistes parfois formés d'argile cristalline, s'observent près du col, ils paraissent provenir de paquets noyés dans la roche quartzique qui contient souvent de petits débris de schistes. Un peu plus au Nord, s'observent des blocs où des lits de roche grenue d'épaisseur variable sont inclus dans des schistes plus ou moins grossiers ; au microscope, ces roches

restent innommables, elles contiennent de l'argile, du quartz, du mica blanc, parfois de la tourmaline. Il est impossible de dire s'il s'agit ou non de roches sédimentaires. Ce sont des roches d'écrasement tectonique.

Nous sommes donc ici en présence de roches réduites en bouillie provenant parfois certainement de granite, mais aussi de quartz filonien et de toute autre roche. Les calcaires dévoniens ont été entraînés et sont devenus schisteux, la composition de ces couches permet encore de déterminer la base des calcaires. La série des schistes lie de vin paléozoïques a également glissé sur le granite, mais ici la limite est impossible à tracer, la roche profonde pouvant, par suite de l'écrasement extrême, être confondue avec ces schistes d'origine sédimentaire. Certaines roches écrasées paraissent provenir du cortège des granites. Il paraît donc logique de considérer la formation de ce granite comme postérieure à la série des grès et schistes lie de vin paléozoïques qui sont antérieurs au Dévonien fossilifère, série qu'il aurait métamorphisé ; mais elle serait antérieure au calcaire probablement dévonien qui repose en contact normal sur le granite au Nord-Ouest du poste de Mo Nhài ; les calcaires dévoniens en contact sont schisteux mais non métamorphisés ; en tout cas, il serait invraisemblable de considérer ces granites comme plus récents que l'Ouralien.

IV. — Les Rhyolites de Lun Ka et de Lang Cuom

A égale distance entre la boutonnière de Mo Nhài et le Trias de Tri Lé, affleurent des rhyolites et des schistes qu'il convient de tenir pour triasiques. Cet affleurement est dirigé Nord-Sud ; une vallée permet de passer au Sud dans la dépression de Lang Cuom où existent aussi des rhyolites et des schistes. Ceux-ci ont donné à M. le Commandant Zeil un *Lamellibranchie* considéré par M. Mansuy comme appartenant au genre *Cuspidaria* (1), ce genre apparaît dans le Trias ; nous serions cependant réservé quant à l'âge de ces schistes si les rhyolites ne les accompagnaient pas. Les relations de ce Trias et du Primaire ne sont pas nettes. Au Nord de Lun Ka, les schistes sont en contact, d'une part avec des calcaires permians à *Schwagerina Verbeeki* (F. 219), d'autre part avec des calcaires noirs à phtanites identiques à ceux qui, à Ban Fan, à 4 kilomètres à l'Est, nous ont donné *Fusulina prisca* Deprat. Ces calcaires noirs sont verticaux. Par comparaison avec d'autres régions, il est probable que les rhyolites, qui parfois sont fluidales, se sont épanchées sur les calcaires anthracolithiques et les schistes qu'ils supportent en concor-

(1) Nous avons trouvé ce renseignement dans un registre de gisements fossilifères, conservé au Service Géologique.

dance, déjà plissés et très érodés ; la formation ou l'accentuation d'un synclinal aurait ensuite facilité la conservation du Trias et des Rhyolites. La superposition de ces dernières aux calcaires est bien établie par la présence de débris de rhyolites et de tufs rhyolitiques que l'on rencontre au milieu des calcaires à la descente du Deo Khang.

Au Nord de la dépression de Lang Cuom, en suivant le sentier du Deo Loi Hum, on rencontre à la montée de Han Moen, un lambeau de schistes lie de vin un peu calcaires et très écrasés ; ils avoisinent une brèche de calcaire anthracolithique qui paraît d'origine tectonique ; il y a donc ici des indices de dislocation au contact des deux terrains mais la succession des calcaires anthracolithiques est bien normale, le Permien inférieur ou moyen à *Doliolina lepida*, *Schwagerina craticulifera* (F. 84) étant plus éloigné du Trias que celui à *Fusulina prisca* Deprat (F. 416 et 417). La nature du contact ne permet pas de parler ici de transgression du Terrain Rouge triasique. Au Sud, la vallée du Souei An et une série de gorges marquent le prolongement de la direction des affleurements de Lun Ka et de Lang Cuom.

V. — Les anticlinaux de Mo Kay et de Van Linh

Nous ne ferons que signaler le petit anticlinal très incurvé de Mo Kay. A l'Ouest, près de la cote 477, et tout à fait au Nord, nous avons découvert des schistes fossilifères à *Spirifer*. Ce Dévonien atteint l'altitude des calcaires anthracolithiques qui l'entourent, il est très resserré et cette disposition indique un anticlinal fortement comprimé. Un petit affleurement de schistes lie de vin existe à l'Ouest près de Len Coc.

L'anticlinal de Van Linh est beaucoup plus étendu. Nous nous sommes occupés à plusieurs reprises de cette région et nous n'avons rien de plus à en dire. Rappelons que le Dévonien y affleure sous le Carbonifère qui constitue d'innombrables petits témoins à la surface du plateau de Van Linh. La direction Nord-Ouest de certains plis, affectant aussi bien le Dévonien que l'Anthracolithique, contraste avec la direction générale Nord-Est de l'anticlinal.

Il est souvent impossible de dire en présence de ces rochers calcaires isolés si l'on a affaire à du Dévonien ou du Carbonifère, leur faciès n'est pas toujours net et ne permet pas de décider en l'absence de fossiles. Quant aux alignements qu'ils peuvent former, ils sont seulement imputables à la direction du plissement et à l'érosion, il n'y a nullement besoin de faire intervenir des hauts fonds ou des atolls de la mer dévonienne comme l'idée en a été suggérée.

Les formations latéritiques anciennes ont laissé de leurs débris un peu partout, elles paraissent au Sud-Ouest du poste de Van Linh constituer à elles seules une petite butte. De terrains attribuables à la série des schistes lie de vin paléozoïques, nous ne connaissons qu'une trace, à 4 kilomètres au Sud-Ouest du poste.

Vers l'extrémité orientale de la boutonnière de Dévonien existent des diabases dont les affleurements correspondent à des filons. Elles ont traversé l'Anthracolithique, nous les étudierons plus loin et verrons qu'elles appartiennent à un alignement de roches éruptives, diabases et andésites, postérieures aux rhyolites du Trias. Nous avons signalé déjà ces venues de diabases à propos de la présence de débris de roches augitiques dans une latérite ancienne des environs de Van Liph.

VI. — L'allure des couches dans le Bac Son

Nous avons, au cours de notre promenade à travers le massif du Bac Son, relevé quelques exemples de dislocation. Ils sont surtout nets dans le Nord de l'arc de Dinh Ca. Nous avons trouvé des traces d'écrasement intense au contact du granite de la boutonnière de Mo Nhai ; dans les mêmes parages, à Na Lam au Sud du Khao Chan, les schistes montrent une structure intime très froissée. L'allure de masse très énergiquement plissée que nous avons signalée dans la fenêtre de Mo Nhai correspond parfaitement avec ce que nous avons observé à l'Ouest en étudiant la position de l'Ordovicien de Nam Mo. Plus au Sud-Est, nous avons trouvé des couches redressées verticalement près de Lun Ka, des traces de dislocation près de Lang Cuom. Le Dévonien est généralement plus redressé que l'Anthracolithique et, malgré les dislocations qui l'affectent, celui-ci donne une impression de calme relatif. Nous avons vu en étudiant la stratigraphie des calcaires à Fusulinidés, que partout leur répartition est conforme à la disposition générale de la formation. Dans l'ensemble, l'Anthracolithique paraît régulièrement et largement plissé. Malgré les indications fournies par les Fusulinidés, il faudra cependant rester très prudent et craindre toujours quelque accident plus brusque que l'on pourrait parfaitement traverser et ne pas voir ; les coupes semblables à celles qui nous ont montré une charnière de pli couché ou l'inclinaison des couches le long de la limite sud-orientale, sont tout à fait exceptionnelles ; dans ce massif, le dernier mot, avons-nous dit, reste à la paléontologie.

Des plissements ont affecté ce massif avant l'Ouralien, puis entre le dépôt du Trias inférieur et la venue des rhyolites, enfin après cette époque.

Le premier et le dernier de ces plissements ont été, sans contredit, les plus énergiques ; mais au cours des mouvements post-triasiques, le massif du Bac Son n'a joué qu'un rôle passif.

L'ennoyage du Bac Son vers le Nord Est a permis au Trias qui le recouvrait de se maintenir à sa bordure, tandis qu'au Sud-Ouest, le Rhétien transgressif recouvre le Paléozoïque sans interposition de Trias.

CHAPITRE II

LA RÉGION TRIASIQUE DE TRI LÉ, DE DIEM HER ET DE LANG SON

La description de la région triasique située à l'Est du Bac Son vient logiquement après celle de ce massif. Nous rencontrerons le Trias et ses rhyolites ainsi que des roches vertes. Le Trias possède des faciès variables ; pour les étudier, nous passerons en revue les divers pays que ces différences peuvent servir à caractériser. Nous commencerons par étudier la région de Tri Le, puis celle de Diem Her, qui touchent toutes deux au Bac Son, puis nous continuerons notre promenade autour de ce massif en allant de Lang Son au Yen Thé. Nous aurons, en particulier, à discuter les relations du Trias et de son substratum paléozoïque et la transgression du Rhétien dans la région du Yen Thé.

I. — Le Trias de Tri Lé

Nous avons vu que les terrains triasiques s'enfoncent comme un coin entre la masse principale du Bac Son et son apophyse orientale. A l'Est de Pho Binh Gia, existe un vaste affleurement rhyolitique, large de 8 kilomètres, qui se dirige vers le Nord. Au Sud, cette roche finit par ne plus former qu'une traînée discontinue le long de la lisière orientale du Bac Son. En étudiant les relations des Rhyolites et du Paléozoïque, nous avons vu comment la roche éruptive recouvre la surface érodée, ruiniforme, des calcaires anthracolithiques au Sud-Est de Pho Binh Gia.

A la limite Est du pays triasique existe aussi, en bordure du Bac Son, une traînée de rhyolites qui, vers le Nord, devient de plus en plus importante. La superposition de ces rhyolites au Primaire est certaine. Au-dessus, existent des schistes et des calcaires triasiques ; ceux-ci sont surtout abondants vers le Nord-Est, ils arrivent à constituer une forma-

tion assez importante au Nord de Du Kin ; au Sud-Ouest, ils se prolongent suivant une grande traînée en avant du Permien de Du Kin à Con Tuong. Au milieu de la grande masse de schistes, les calcaires sont très rares, nous n'en connaissons qu'un affleurement à Ban Trao, au Sud de la route de Van Linh ; en allant vers Pho Binh Gia, on ne trouve pas plus de calcaires ; il y a, à ce point de vue, dyssymétrie entre les deux limites de la région triasique. Il est possible de l'expliquer par des variations dans les conditions bathymétriques lors de leur dépôt. Les schistes sont fréquemment fossilifères dans la région de Tri Lé. M. Mansuy y avait précédemment reconnu quelques gisements [1908], nous les rapportons au Trias supérieur et les plaçons tous au-dessus des Rhyolites, nous avons signalé ces niveaux dans la partie relative à la stratigraphie. Une des limites du Trias est sensiblement méridienne, l'autre Sud-Ouest Nord-Est ; l'orientation des schistes compris dans cet angle varie progressivement d'une direction à l'autre ; le plus souvent, la schistosité est seule observable, néanmoins on peut dire qu'il existe en gros, un synclinal qu'affectent certainement des complications ; les schistes se présentent généralement en bancs d'une grande régularité, nous n'avons observé un contournement local qu'en un point de la route de Pho Binh Gia.

Nous avons déjà fait allusion, à propos du Terrain Rouge, aux écrasements intenses que les rhyolites ont subis près de Tri Lé, elles sont altérées et si schisteuses qu'il est très difficile au microscope de les distinguer des tufs ; ces roches sont brun lie de vin. Il existe des tufs rhyolitiques certains ; au Nord de Ban So, il en est qui renferment de gros galets de rhyolite ou de tuf déjà consolidé ; rien n'autorise à attribuer à ces poudingues une origine tectonique, les éléments sont parfaitement arrondis et se détachent très bien.

En avant du front limitant la masse principale du Bac Son, peuvent apparaître quelques rochers de calcaire anthracolithique. Ils s'observent surtout vers l'extrémité effilée de la région triasique ; l'épaisseur de Trias y étant évidemment plus faible, un léger pli ou accident de détail peut y faire saillir le substratum paléozoïque. Ces pointements ne sont jamais éloignés du massif et ce que nous avons dit au sujet de l'épanchement des rhyolites sur les calcaires permien ruiniformes suffirait souvent à les expliquer ; on peut, de plus, penser que la retombée des calcaires n'est pas toujours régulière et qu'elle est accidentée par des petits anticlinaux secondaires ; mais il est certain qu'il existe quelques failles locales, nous en avons donné l'exemple fort net du Nui Ban Bac lorsque nous avons discuté les relations des Rhyolites et du Primaire. Nous pourrions citer d'autres exemples moins probants. Nous avons vu que les rhyolites peuvent être en contact même avec les calcaires à *Schwagerina princeps*, plusieurs explications de ce fait sont possibles ; l'existence de failles étant démontrée dans cette région, on peut recourir à elles dans tous les cas.

Quelques coupes illustreront, mieux que toute description, l'allure du Trias et de ces rhyolites au voisinage du massif paléozoïque.

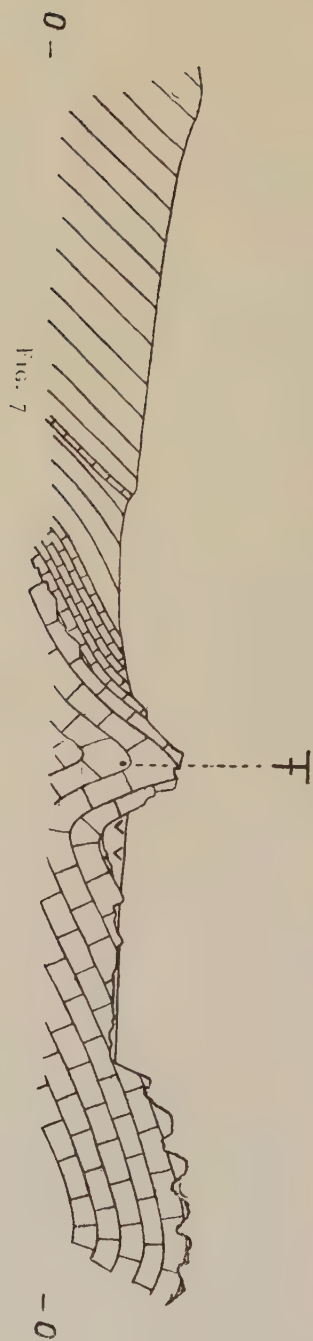


Fig. 7

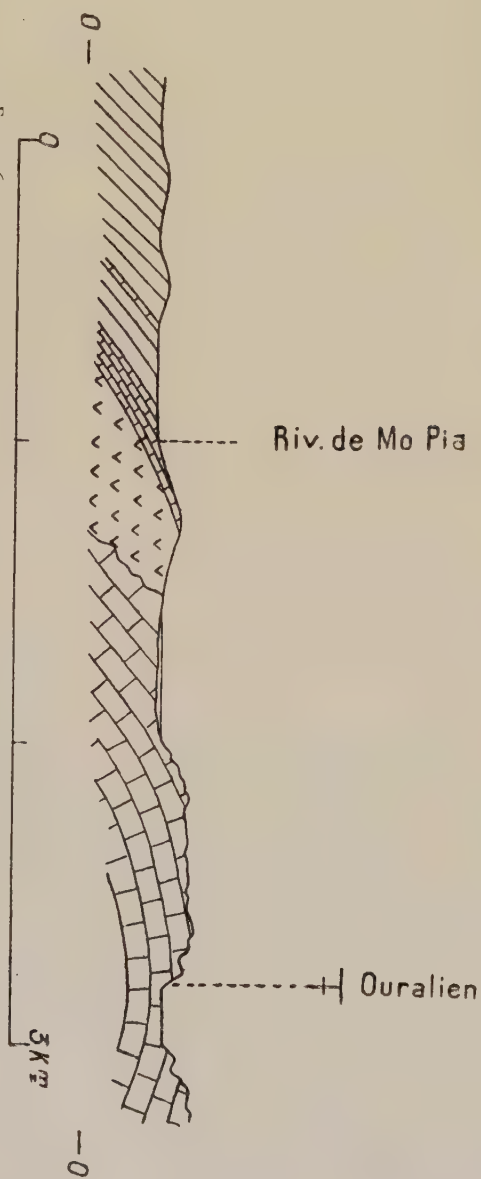


Fig. 6

FIGURES 6, 7, 8 et 9. — *Quatre coupes parallèles à travers la vallée de la rivière de Mo Pia au Nord-Est et au Sud-Ouest de Du Kin.*
Légende : Tr. = Trias schisteux ; Rh. = Rhyolites ; Tr. c. = Trias calcaire ; Anthr. = Calcaires anthracolithiques.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/25.000.

Les distances entre la coupe 6 et les coupes 7, 8 et 9 sont respectivement 750 m, 1000 m. et 3150 m.

N.W.

Tr.

Tr.c.

Rh.

Anthr.

Tr.c.

Rh.

† Anthr.

S.E.

Fig. 9

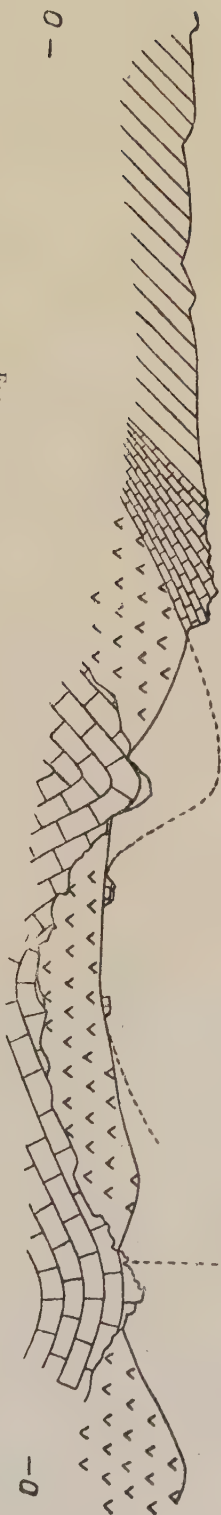
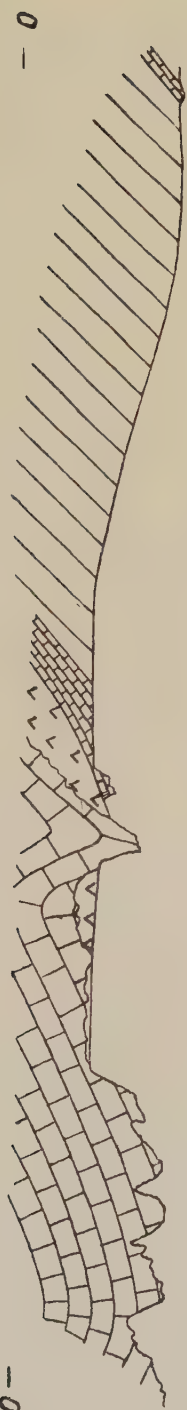


Fig. 8



Dans la région de Du Kin, l'hypothèse de l'épanchement sur des calcaires ruiniformes ne saurait, à elle seule, rendre compte de la disposition des calcaires anthracolithiques en bande continue au Nord-Ouest de la rivière. Il faut admettre qu'un anticlinal aigu les fait apparaître sous les rhyolites qui sont, en certains points, dominées par leur masse.

II. — Le question des Schistes du Song Hiem à l'Est de Pho Binh Gia

M. Giraud [1918. — p. 42 et 52] puis M. Bourret [1922. — p. 184] ont prétendu pouvoir séparer deux masses différentes de schistes dans cette région.

D'après M. Bourret, une masse de schistes supérieurs, qu'il considère comme le prolongement de ses Schistes du Song Hiem, recouvrirait en contact anormal les schistes fossilifères de la région de Tri Lé, rapportés à tort, du reste, au Trias moyen ; cette masse supérieure comprendrait les rhyolites de la région de Pho Binh Gia [Bourret. 1922. — carte en couleurs]. Nous regrettons d'être en complet désaccord avec notre savant ami. Les Schistes du Song Hiem, tels que M. Bourret les a définis [ibid. p. 111], renferment parfois à la base une roche à aspect de poudingues laminés montrant dans une pâte identique à celle des « Grès singulier », des amandes étirées de roches ne différant pas de certaines rhyolites. Nous n'avons rien noté de semblable dans la région à l'Est et au Sud de Pho Binh Gia ; M. Bourret considère comme caractéristique la position des roches vertes de la série des porphyrites à la base de ces schistes. On sait quelle valeur tectonique M. Charles Jacob [1925. II] attribue à ces roches, nous dirons plus tard ce que nous pensons de ces hypothèses ; contentons-nous maintenant de dire que nous n'attribuons aucune valeur analogue à la trouvaille que nous avons faite d'un morceau de diabase près de la route de Van Linh à Pho Binh Gia, au Sud de Koun Kin ; les roches vertes semblables que nous avons trouvées à l'Est, dans la région de Lang Son, et au Sud, près de Thanh Mỗ, correspondent en effet à des venues filoniennes ou éruptives ordinaires.

En ce qui concerne les rhyolites, M. Bourret ne les étend pas au Sud du parallèle de Khoi Kay, village au niveau duquel la limite du Bac Son s'infléchit brusquement vers le Sud ; il n'en figure pas non plus dans les environs de Du Kin ; il n'a d'ailleurs fait que passer dans ces régions. Nos recherches détaillées nous ont au contraire montré que si les rhyolites ne constituent plus des massifs aussi importants qu'au Nord, elles n'en forment pas moins une frange presque continue le long du Bac Son jusqu'au Nui Ban Bac, pointe extrême du pays triasique de Tri Lé ; de là les affleurements se suivent, discontinus, jusqu'à Du Kin ; au delà de ce point, elles redeviennent plus abondantes et l'on arrive aux vastes affleurements qui s'étendent à la fois vers l'Est jus-

qu'à Lang Son et vers le Sud en tournant autour du Bac Son. Tous les affleurements de rhyolite, de Pho Binh Gia à ces derniers, forment une trainée sinueuse parfaitement continue, que l'on n'est nulle part en droit de diviser en une masse supérieure et une masse inférieure et que l'on ne peut pas non plus considérer comme une masse de recouvrement anormal. Les schistes néotriasiques de la région de Tri Lé, que M. Bourret fait recouvrir par des schistes du Song Hiem et leurs rhyolites, sont au contraire supérieurs aux Rhyolites. La succession des terrains est partout normale. Le Permien supporte les Rhyolites du Trias moyen, celles-ci le Trias supérieur ; le Trias inférieur manque il est vrai, mais cela ne doit pas nous surprendre. M. Giraud [1918. — p. 52] a insisté sur la « formation schisteuse supérieure » à laquelle il rapporte, dans cette même région, ce que M. Bourret a appelé Schistes du Song Hiem, il dit y avoir trouvé, dans les schistes verts se débitant en aiguilles, des fragments d'Ammonites et *Pecten* cf. *amuricus* Bittner, donc du Trias ; mais ce n'est pas un *Pecten* lisse, comparé à une forme du Werfénien, qui peut permettre de parler de Trias inférieur pour ces schistes ; des *Pecten* très semblables existent d'ailleurs dans les schistes à Ammonites du Trias supérieur des environs de Tri Lé, la paléontologie n'apporte donc aucun indice de contact anormal. Nous nous sommes déplacé dans toute la région de Tri Lé, Pho Binh Gia, My Let et y avons cherché si des différences de faciès permettraient de séparer deux formations ; il nous a été impossible de trouver des différences sensibles ; partout, nous avons retrouvé les mêmes schistes ; lorsqu'ils ne sont pas trop altérés, ils sont gris clair plus ou moins verdâtre, se débitant en aiguilles comme des crayons d'ardoise, ils sont parfois en bancs très réguliers, parfois assez fissiles, rien ne permet de les distinguer et on les trouve aussi bien dans les fonds que sur les hauteurs ; par altération profonde, ils sont ordinairement jaunes. Ces schistes gris sont eux-mêmes déjà altérés et ils semblent d'autant plus foncés qu'ils sont plus frais, ils sont parfois un peu calcaires ou associés à des grès fins ; au Nord-Est, dans la région de My Let, nous avons trouvé quelques schistes plus noirs, un peu calcaires ; il se peut que la teneur en calcaire les ait préservés de l'altération ou que le calcaire se soit maintenu parce qu'ils étaient moins altérés, en tout cas, ils font intimement partie de la même formation.

Nous ajouterons enfin que des schistes de même faciès se retrouvent près de Diem Her au-dessus des rhyolites, donc au même niveau ou à peu près ; au Nord, ils supportent les calcaires triasiques de My Let ; tout près du poste de Diem Her, ils sont supportés par les mêmes calcaires ; ceux-ci y sont interstratifiés. La répartition de ces calcaires est dès lors, intéressante ; tout en perdant de l'importance, ils se continuent vers le Sud-Ouest, le long de la limite Sud-Est du Trias et de l'apophyse du Bac Son, toujours au-dessus des rhyolites ; on peut les suivre jusqu'à Con Tuong, c'est-à-dire presque jusqu'au fond du coin de Tri Lé. Cette répartition qui interdit encore toute coupure dans les schistes de la région est d'autant plus significative que les calcaires triasiques forment au

Sud de My Let un synclinal régulier et que les couches y sont très tranquilles.

Nous ne nions pas la réalité des contacts anormaux à la base des Schistes du Song Hiem plus au Nord, là où M. Bourret en a choisi le type, mais nous n'admettons pas leur présence au sommet du Trias autochtone dans la partie Nord-Est de la feuille de Pho Binh Gia, à l'Est de ce poste. Nous comparons ces schistes triasiques à une mer entourant le Bac Son, ici règnerait un calme relatif, ailleurs soufflerait la tempête.

III. — Les environs de Diem Her

Le Trias des environs de Diem Her appartient au type normal, mais les calcaires y sont plus développés, ils sont bien représentés surtout au Nord de Du Kin, jusqu'à My Let ; comme nous venons de le voir, ils sont inserstratifiés dans les schistes et forment un synclinal dirigé Nord-Sud ; des schistes y sont eux-mêmes intercalés, comme à Phien Lai. Près de Du Kin, ils reposent soit sur l'Anthracolithique, soit sur les Rhyolites, il n'est pas impossible que les calcaires anthracolithiques réapparaissent sous eux dans la région de My Let. Ces calcaires du Trias sont presque toujours ou hétérogènes, ou ternes, ou argileux, gris sale, gris noir, noir mat, ou brun rose, ils peuvent être oolithiques et renfermer des articles de Crinoïdes ; les calcaires noirs sont généralement en dalles ou en lits minces.

IV. — Le Trias de Cho Bai

Nous avons parlé à plusieurs reprises de cette région, elle forme un petit canton presque totalement entouré par les calcaires anthracolithiques ; au centre, ces calcaires apparaissent sous forme de rochers au milieu de la plaine alluviale de Cho Bai, leurs formes rappellent les récifs de la Baie de Ha Long ; ils sont visibles à la faveur d'un petit anticlinal compris entre deux synclinaux principaux où le Trias est bien représenté. Près de Cho Bai, affleure le Thuringien supérieur à *Ophiceras* (F. 304 A) ; au-dessus se développe une masse de schistes souvent fossilifères et de rhyolites ; c'est ici que des tufs fossilifères nous ont permis de dater sûrement la venue de la roche éruptive. Le synclinal Sud est jalonné par les sommets du Khao Lan et du Khao Kuong, formés de rhyolites reposant sur des schistes, ceux-ci laissent entre ces deux collines apercevoir le Permien supérieur (F. 350) à *Sumatrina Annae*. Les calcaires triasiques apparaissent dans le synclinal Nord, ils reposent sur les Rhyolites et constituent un synclinal qui s'épanouit au Sud-Ouest, au Nord de Cho Bai même. C'est au même niveau calcaire que doit appartenir le gisement de calcaire marneux noir de Khon Cat (F. 66)

renfermant des restes de Reptiles, des Lamellibranches et des Pentacrines, ce gîte appartient au Trias supérieur.

Des débris de roches microlitiques basiques se trouvent au col à l'Est de Kao Ket, au milieu des Rhyolites.

V. — La région de Lang Son

A part l'importance des roches basiques et peut-être la présence du Rhétien, le motif est encore le même ; du Trias avec ses rhyolites repose sur les calcaires anthracolithiques ; ceux du Bac Son s'infléchissent sous les schistes triasiques, ils reparaissent dans la plaine alluviale du Song Ky Cong aux alentours de Lang Son. La continuation la plus intéressante du Bac Son se fait souterrainement plus au Nord. Le petit massif situé à l'Ouest de Ba Xa est presque complètement séparé du Bac Son ; un peu au Sud, à Ban Hau, de petits pointements apparaissent en avant du front du massif ; ici les calcaires et le Trias qu'il supportent sont presque horizontaux. Entre cette terminaison du Bac Son et le massif de Dong Dang-Na Cham apparaît le petit affleurement de Dong Quan où les calcaires à *Fusulina prisca* Deprat supportent les lydiennes permienes et le Trias. Ce petit pointement jalonne la liaison souterraine et montre que l'ennoyage de cet arc anticlinal est faible. Le petit massif de Dong Dang commence à l'Est de Diem Her dans la vallée du Song Ky Cong, où sa position sous les rhyolites est nettement accusée par la topographie. Lang Son est entouré d'une ceinture presque continue de rhyolites qu'une épaisseur extrêmement variable de schistes sépare du Primaire ; ces schistes ont donné des *Danubites* à l'Ouest de Lang Son (F. 650 et 650 A), juste au-dessous des Rhyolites ; nous avons discuté l'âge de ces Ammonites, il n'est pas connu avec précision. Vers le Sud-Ouest, l'érosion, en créant la dépression suivie par la voie ferrée, y a supprimé les Rhyolites ; l'affleurement de schistes infra-rhyolitiques de Lang Son se relie ainsi à celui des environs de Lang Nac. De ce côté, nous avons noté la continuité parfaite entre les lydiennes à *Productus* du Permien supérieur et les schistes du Trias inférieur. Les schistes infra-rhyolitiques renferment souvent des intercalations gréseuses plus ou moins épaisses ; nous avons remarqué plusieurs fois des alternances rapides de bancs peu épais, ce faciès paraît assez caractéristique et se retrouve en divers points régulièrement espacés entre Lang Nac et Lang Son. Vers Lang Nac les schistes infra-rhyolitiques n'ont fourni que des Ammonites indéterminables, peut-être éotriasiques, comparées à *Hungarites*. Les schistes et grès infra-rhyolitiques renferment souvent des débris végétaux inutilisables ; des tiges forment dans les schistes et grès à *Danubites* de Lang Son de véritables feutrages ; cela indique la proximité d'un rivage et une tendance à l'émersion que confirment la superposition de la roche éruptive et la stratification rapidement alternée de grès et de schistes. Il est souvent difficile de préciser la position de certains schistes par

rapport aux Rhyolites, mais il existe, dans les formations, soit contemporaines des venues rhyolitiques, soit postérieures, quelques poudingues qui parfois renferment des débris de rhyolites, nous en avons rencontré de part et d'autre de la route de Lang Nac à Lang Son, à l'Ouest et à l'Est de Coc Puc. D'autres poudingues s'observent encore, plus près de Lang Son.

Quant au faciès rouge du Trias, nous avons déjà vu qu'il n'apparaît qu'au delà de la limite la plus externe des rhyolites.

Rien n'interdit de considérer comme rhétien le petit affleurement de brèche semblable à celle du Système X mais à éléments relativement fins, situé dans la vallée de Na Tong à quelques kilomètres au Nord-Est de la gare de Lang Giai.

A. — *La traînée des roches vertes de Thanh Mỗ à Ky Lua.*

Nous avons reconnu l'existence sur près de 40 kilomètres, d'un grand alignement très régulier de roches éruptives basiques, il est dirigé du Sud-Ouest au Nord-Est et jalonné par des affleurements discontinus depuis la région de Thanh Mỗ jusqu'à Ky Lua près de Lang Son. La structure de ces roches passe du type vitreux et microlitique au type ophitique presque grenu ; il y a des andésites, des diabases et presque des gabbros. La nature des microlites accuse souvent un refroidissement très rapide. Le filon de diabase qui représente le point extrême reconnu de l'alignement n'a que 80 centimètres de large, il a exercé son influence sur le calcaire à Fusulines encaissant en le blanchissant sur une épaisseur de quelques centimètres. Il est dirigé Nord-Ouest c'est-à-dire transversalement par rapport à l'alignement. Des filons probablement peu importants existent, dans les calcaires encore, près de la mine du Deo Ro et croisent la grand'route de Van Linh. L'extrémité Nord-Est n'est pas plus importante que l'autre, elle est constituée par un filon d'andésite dans les calcaires anthracolithiques de Ky Lua ; ce filon n'a même pas vu le jour, c'est exactement la terminaison en profondeur d'un dyke telle que celle reproduite par Suess [1918. — p. 1515, fig. 367], ce filon est étroit et, sans l'indication de M. Rétif prospecteur à Lang Son, nous ne l'aurions pas trouvé. Entre ces deux extrémités rétrécies que nous connaissons, existent d'autres affleurements plus importants au Nord de la route de Lang Nac à Lang Son ; ils sont tous alignés au cordeau ; au niveau de Quang Cu, se produit un élargissement fusiforme ; il y a là une masse d'andésite que rencontre la route, cet affleurement a 3 kilomètres de large sur plus de 6 de long, les rhyolites l'encerclent ; cette disposition semble indiquer que les venues basiques sont postérieures aux venues acides, les pendages de la région de Quang Cu concorderaient pour faire placer au-dessus des formations infra-rhyolitiques, les rhyolites puis les andésites ; de même la position de rhyolites dans un thalweg à l'Est de Phai Sao et d'andésites au col, semble bien indiquer

la superposition de celles-ci, mais la tectonique est trop troublée dans cette région pour que l'on puisse se reposer sur ces observations.

La découverte d'un petit filon d'andésite très vitreuse au milieu de rhyolites dans le lit du Song Ky Cong près de Ban Nhang est venue confirmer ces indications ; ces andésites sont, il est vrai, hors de l'alignement, mais à 4 kilomètres seulement de l'amas principal vers lequel d'ailleurs se dirige le filon.

Il existe quelques affleurements de roches éruptives basiques hors de ce grand alignement, celui que nous venons de citer n'est qu'un filon de 6 mètres de large ; il en existe d'autres, bien peu importants sans doute, nous ne les connaissons que par des débris non observés en place au milieu, soit de rhyolites, soit de schistes triasiques.

Cette disposition de l'alignement avec brusque renflement fusiforme correspondant sûrement à une bouche d'éruption, est fort intéressante ; elle rappelle d'une façon frappante celle du dyke doléritique de Makomereng (Afrique Australe) avec élargissement en forme de « citron » figuré par Suess [1918. — p. 1520, fig. 371] d'après Schwarz et situé en pays tabulaire. Cet alignement si rectiligne vient, à notre connaissance, s'arrêter brusquement au Song Ky Cong ; en examinant l'esquisse géologique en couleurs donnée par M. Bourret [1922], on remarque aux environs de That Khé, une bande rectiligne de roches vertes suivant la direction Sud-Est du Song Ky Cong, ces roches sont-elles l'équivalent des nôtres ? Il y aurait alors une différence nette entre la répartition des roches basiques suivant les deux côtés d'un angle et celle des rhyolites suivant des arcs concentriques de la virgation. Les fractures ayant laissé sortir les andésites se seraient-elles produites dans un pays déjà plus rigide ? Il y a lieu, à ce sujet, de ne pas oublier que les rhyolites sont interstratifiées dans le Trias et que leurs affleurements enveloppent ainsi les massifs anciens, tandis que les roches vertes se présentent comme des roches de filon traversant les formations triasiques ou plus anciennes.

B. — *Les plissements et les glissements.*

Les terrains de la région de Lang Son montrent souvent des traces de dislocations énergiques. Il est difficile d'observer si elles affectent ou non la masse des calcaires anthracolithiques ; dès le sommet de ces derniers, nous trouvons des brèches de friction, nous en avons signalé en discutant la question du conglomérat de base du Trias. Hors l'exemple de la route de Loc Binh, nous connaissons de belles brèches près de la voie ferrée, à 3 kilomètres au Nord et au Sud de Lang Son.

A un kilomètre au Sud de la gare de Lang Son, les schistes triasiques pendent de 50° vers le Sud, leur partie supérieure passe ainsi sur des calcaires qui sont au Nord, mais leur base doit venir buter contre eux. D'autres observateurs ont remarqué des faits analogues près de Lang Son, et les ont attribués à des failles, il n'est pas possible de dire si cette hypothèse doit être ou non rejetée ; les faits peuvent s'interpréter soit par une érosion antérieure au dépôt des schistes soit plutôt par une

discordance tectonique ; en effet, un peu au Sud, on peut remarquer dans la masse même des schistes triasiques une discordance provenant évidemment d'un glissement.

Nous avons signalé le pointement des calcaires de Dong Quan entre les massifs du Bac Son et de Dong Dang ; ici, à Khon Loc, les calcaires à *Fusulina prisca* Deprat (F. 160) sont bréchoïdes, parfois très finement, ils sont inférieurs aux lydiennes fossilifères du Permien supérieur, il n'y a pas eu suppression de termes comme il y en a probablement sur la route de Lang Son à Loc Binh.

En bordure du Bac Son, au Nord de Ban Hau, s'observe une brèche calcaire typique (fig. 3) ; à côté, les schistes, visibles grâce à la tranchée de la route, sont affectés d'étirements et de glissements. A 200 mètres

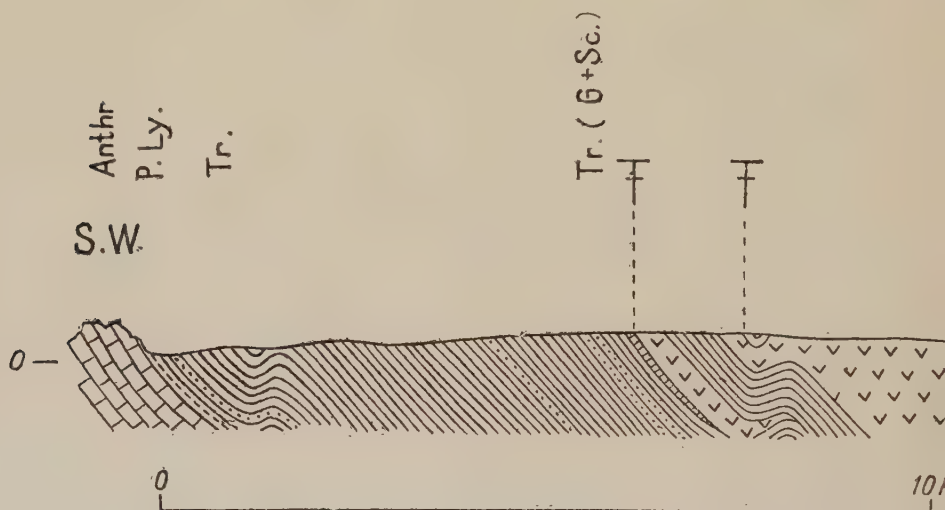


FIG. 10. — Coupe

Légende : Anthr. = Calcaires ouraliens et permien ; P. Ly. = Lydiennes permien à l'Est des Rhyolites, des débris de plantes et comparables aux schistes

La gîte fossilifère triasique le plus occidental (Ammonites) se trouve d

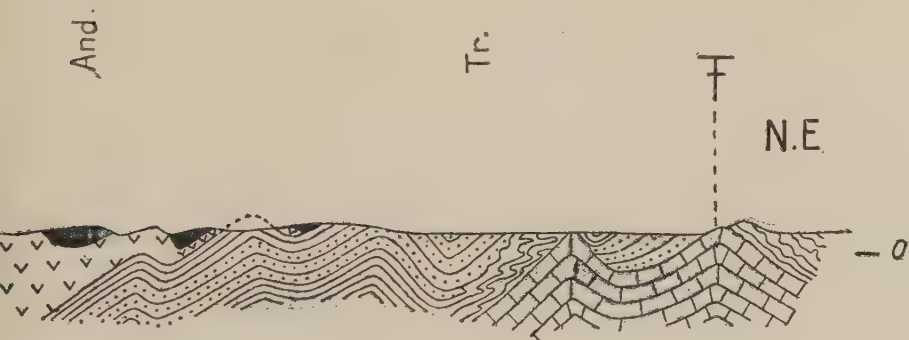
Echelle des longu

de là, affleure le Permien supérieur à *Neoschwagerina globosa* (F. 285), il est inférieur à la brèche, de plus le Trias est concordant tout autour de la terminaison périclinale des calcaires à Ban Hau, ces dislocations ne résultent donc que d'une discordance tectonique sans importance.

Au sein même du Trias, il convient de noter l'inclinaison fréquemment très forte des couches ; au Nord-Est de Lang Son, elles sont souvent presque verticales, les pendages de 60° à 75° ne sont pas rares ; d'ailleurs plus au Sud, dans le Mau Son, les plis se couchent. Nous avons relevé plusieurs coupes dans cette montagne ; pour les faire concorder, il est absolument nécessaire de coucher les plis au Nord du sommet. Tout le

long de la limite des schistes et de la grande masse rhyolitique de l'Est de Dong Dang, s'observent des pendages souvent presque verticaux ; la roche plastique n'a donc pas été seule l'objet de plissements intenses.

Le long de la route de Lang Nac, entre Lang Son et Quang Cu, les couches sont extrêmement plissées avec de petits plis couchés et les pendages varient à tous les pas ; la tranchée du chemin de fer entre les stations de Lang Giai et de Ban Thi révèle de semblables contournements ; dans cette région, Counillon avait déjà noté que les couches étaient extrêmement plissées. Des observations analogues peuvent se faire aux environs immédiats de Lang Son, soit à Ky Lua où les schistes forment une série de petits anticlinaux avec quelques petites failles sans importance, soit au Sud comme nous l'avons déjà vu.



c à Lang Son.

us ; Tr. = Trias ; Tr. (G + Sc.) = Trias, alternances de grès et schistes, contenant
 = Rhyolites ; And. = Andésites.

reposant sur des couches à petits lits de calcaire noir interstratifié.

eurs : 1/100.000.

A Pac Va, à mi-chemin entre Lang Nac et Lang Son, on peut constater que les dislocations affectent aussi les rhyolites qui prennent un aspect schisteux par rapprochement de diaclases parallèles presque horizontales, les lits, atteignant un centimètre en moyenne, sont eux-mêmes plus ou moins plissés.

Ces exemples nous montrent que les terrains de la région de Lang Son ont subi des efforts tangentiels énergiques causant des étirements, des plissements et de petits renversements en miniature ; ce n'est qu'à l'Est qu'un véritable renversement a lieu au Maï Son, il n'affecte toutefois que le Trias supérieur aux rhyolites.

M. Lantenois [1907. — p. 25] signalait que les schistes, grès et calcaires triasiques de la région de Lang Son sont certainement beaucoup plus plissés que les calcaires anthracolithiques qui percent à travers. Bien qu'il soit difficile de connaître exactement l'allure des calcaires paléozoïques qui ne forment que des rochers isolés près de Lang Son, il est certain qu'ils sont moins plissés, cela tient en partie à ce que cette puissante masse de calcaires compacts offrait une plus grande résistance que la masse plastique supérieure. Mais ces faits entraînent d'autres conclusions ; si le Trias a été plus plissé que le Primaire sous-jacent, il faut admettre qu'il a glissé en partie sur lui ou qu'il a été entraîné par une masse supérieure charriée et cela nous ramène à la conception de la « Série intermédiaire » de M. Charles Jacob.

Les dislocations paraissent d'autant plus fortes que l'on va vers l'Est, vers l'anticlinal renversé du Mau Son, tandis qu'à l'Ouest les couches deviennent régulières en approchant de Lang Nac.

C. — *Les environs de Lang Nac.*

Le Trias, avons-nous dit, repose près de Lang Nac, en concordance sur le Permien ; les tranchées de la route de Lang Son montrent que les pendages sont constamment vers l'Est, depuis le Bac Son jusqu'à l'apparition des rhyolites, sauf au passage d'un petit synclinal dont l'axe passe un peu à l'Est de Lang Nac. Moins de 200 mètres à l'Ouest des rhyolites, des schistes inclinés de 50° vers l'Est, inférieurs ainsi à la roche éruptive, renferment des Ammonites très écrasées indéterminables, rappelant les *Hungarites* découverts par Counillon et décrits par M. Mansuy [1908]. M. Giraud [1918. — p. 53, fig. 11] classe ces schistes dans sa formation schisteuse supérieure, nous ne voyons aucune raison de charrier ces terrains à couches régulières et parfaitement à leur place entre le Primaire et les Rhyolites du Trias moyen (1). M. Giraud a placé à la base de ces schistes un niveau de brèche, celle-ci serait due à une friction par faille ou charriage, les blocs seraient cimentés par une pâte de rhyolite ; il existe en effet, au Nord de Lang Nac dans la vallée qui sépare les calcaires permien des schistes et grès du Trias, une formation siliceuse plus ou moins bréchoïde, les échantillons que nous avons recueillis sont soit des lydiennes avec ou sans filonnets de quartz, soit des grès à ciment ferrugineux, soit de la brèche de filon avec quartz probablement filonien contenant une poussière d'inclusions et qu'à pre-

(1) Un autre gisement à petites Ammonites indéterminables a été découvert par Counillon dans le prolongement même du premier. A 500 mètres à l'Est de Lang Nac, nous avons trouvé, sous le pont en pierre du chemin de fer, une Ammonite indéterminable mais de style triasique, c'est la seule indication donnant une limite maximum de l'extension du Permien vers l'Est.

mière vue on pourrait prendre pour de l'orthose. C'est un échantillon semblable à ce dernier qui a dû amener M. Giraud à parler de pâte rhyolitique, mais nous n'avons rien trouvé qui réponde à cette description. Les lydiennes à *Productus* du sommet du Permien prennent d'ailleurs en se brisant et s'altérant un aspect identique à certains exemplaires de brèche (1) ; ces lydiennes très cassantes ont dû très facilement devenir bréchoïdes. Il est certain que les brèches de Lang Nac n'ont pas toutes exactement la même valeur, mais elles peuvent résulter d'une même cause, un glissement avec venue filonienne concomitante. On remarque parfois dans la vallée, des dislocations minimales causant de petits chevauchements au sein des grès et schistes. Plus au Nord, à Ban Hau, nous avons vu des glissements accompagnés de brèche ne pas troubler la concordance du Trias et du Permien supérieur, il en est de même à Lang Nac ; ces dislocations très localisées ne sauraient nullement avoir la valeur d'un charriage. Encore au voisinage du contact du Permien et du Trias, nous avons trouvé des blocs de brèche identique, de lydienne ou de fin quartzite, à 3 kilomètres au Nord-Est de Cho Bai.

D. — *Le Mau Son.*

Le Mau Son est inséparable de la région de Lang Son, il n'en diffère que par sa plus grande altitude et par l'exagération du plissement qui a produit un renversement.

Nous n'avons rien trouvé de probant (2) pour expliquer le maintien du plus fort relief du Mau Son qui n'est formé que de grès (3) et de schistes, les rhyolites y manquent totalement. A une époque où les laccolites étaient universellement à la mode, M. Lantenois écrivait du Mau Son [1907. — p. 44] « Cette montagne formée de grès triasiques, qui sont traversés par de nombreux filons de quartz, s'élève brusquement à l'altitude, exceptionnelle dans la contrée, de 1540 mètres. Il me paraît difficile d'y voir autre chose qu'un laccolite dont la couverture sédimentaire particulièrement résistante n'aurait pas encore été décapée ». Il nous est impossible de souscrire à cette hypothèse ; il serait bien invraisemblable qu'aucun des nombreux ravins n'ait atteint le laccolite, les pendages ne s'accordent nullement avec une telle structure, enfin

(1) Les grès altérés à *Pseudomonotis* cf. *Griesbachi* recueillis à 500 mètres au Nord de la gare de Lang Nac sont fins et d'un blanc poudreux, leur faciès rappelle certaines brèches de la même localité, ils sont supérieurs à leur niveau.

(2) Nous parlerons de cette question au sujet de l'ancien « lac de Lang Son ».

(3) Les grès fins, gris verdâtre du Mau Son offrent une disjonction des plus nette en boules à écailles concentriques ; on l'observe spécialement près de la station d'altitude, cette propriété assez particulière à divers niveaux des grès du Mau Son se retrouve, chez des roches du Terrain Rouge dans la région à l'Ouest de Dinh Lap, ainsi qu'au pied du Nui Tap Quan entre Chu et An Chau.

les rhyolites sont, dans la région de Lang Son, antérieures aux termes du Trias qui constituent le Mau Son.

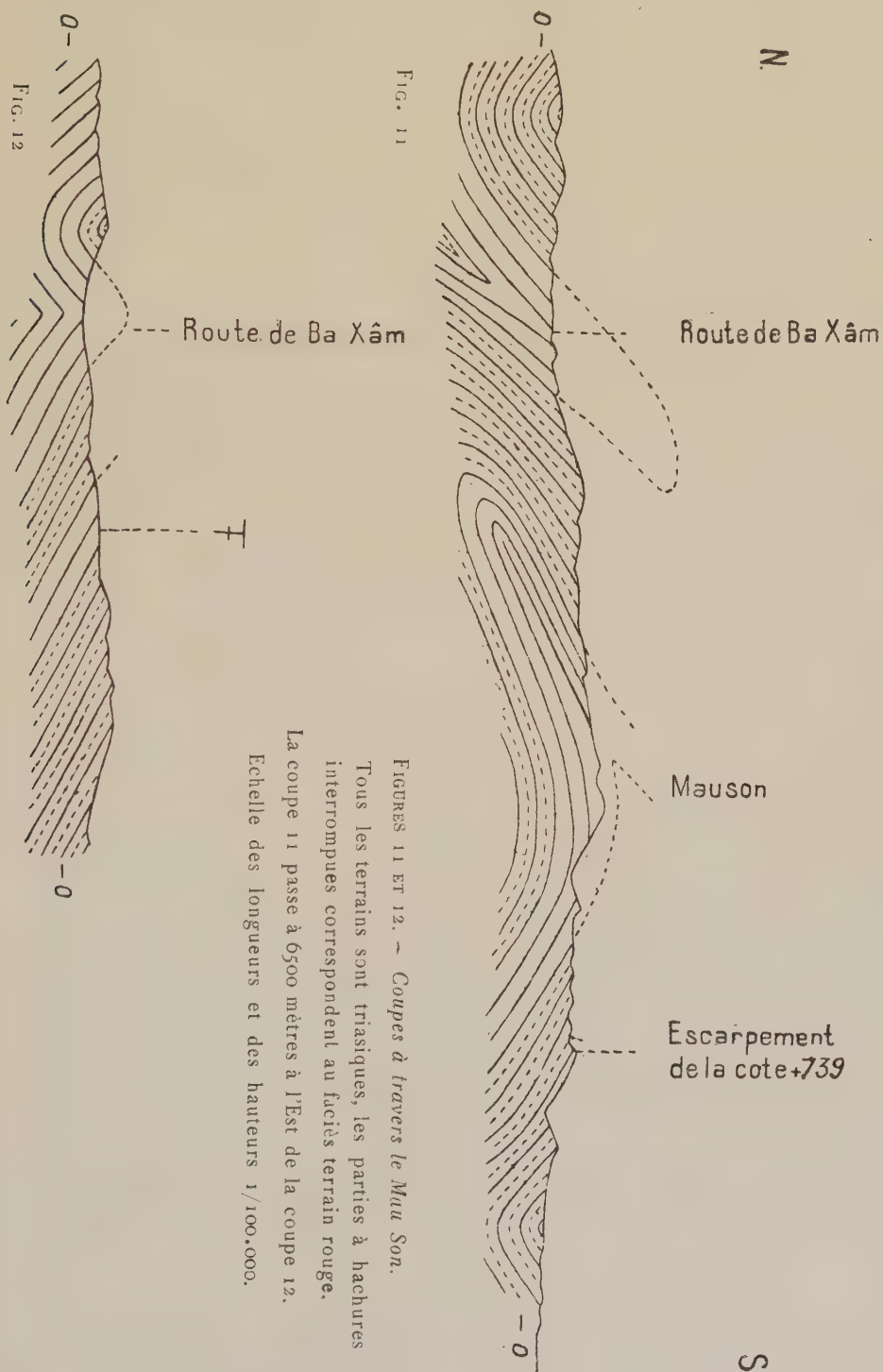
Le Trias du Mau Son est inséparable de celui qui, au Nord, s'étend à l'Est du massif de rhyolite de Dong Dang ; à l'Est de Lang Son, il repose sur la même roche. Le faciès du Terrain Rouge et le faciès ordinaire y alternent. Counillon dans un rapport inédit, signalait des fossiles recueillis par M. Beauverie dans les schistes de Tim Xong (Tinh Sung) ; il s'agirait de *Myophoria laevigata* von Alberti et de *M. radiata* v. Loczy. Ce sont certainement les mêmes schistes que nous avons retrouvés, mais les fossiles sont mal conservés, écrasés, d'une détermination douteuse. *M. radiata* v. Loczy (= *M. Goldfussi* v. Alberti) est comme *M. laevigata*, un fossile du Trias moyen, mais il ne faut pas se fier à ces Lamellibranches, déterminés d'ailleurs avec une part de doute ; plus au Nord, les mêmes formations sont supérieures aux schistes de Po Nin, à Ammonites néotriasiques, qui reposent eux-mêmes sur les Rhyolites. Route de Loc Binh, le Terrain Rouge repose, au contraire, directement sur les Rhyolites ; on pourrait supposer que ces rhyolites sont l'équivalent des schistes de Po Nin, ce qui serait en désaccord avec les données que nous possédons sur l'âge ordinaire des éruptions dans la région de Lang Son, on pourrait également penser que le Terrain Rouge est transgressif sur des Rhyolites ; mais, étant donné qu'il existe à côté une brèche tectonique, il est plus simple d'admettre une suppression de termes d'origine mécanique.

Les poudingues de la route de Loc Binh visibles à 500 mètres des Rhyolites, peuvent se retrouver en suivant le même niveau de Terrain Rouge jusqu'à Na Lang près de la frontière de Chine, à 4 kilomètres à l'Est des Rhyolites de Dong Dang.

Le Mau Son est très riche en filonnets de quartz ; au Sud-Ouest, au début de la route carrossable, les schistes lie de vin à veines de quartz sont assez disloqués. Mais ces irrégularités sont dans le détail ; en effet, au Sud, le grand escarpement qui s'étend à l'Ouest de la cote 739 permet de voir une alternance remarquablement régulière de bancs durs. La même régularité dans l'ensemble s'observe dans tout le Mau Son malgré le renversement de plis ; les affleurements de Terrain Rouge et de Trias de faciès ordinaire dessinent des zones très régulières et la bande de schistes calcaires, que l'on peut suivre au pied nord de la montagne, le long de la route, jusqu'au gué de Ban Ranh entre Ba Xam et Ba Son, est, à cet égard, assez significative.

Le Mau Son renferme quelques gîtes métallifères, on y a signalé de l'or ; M. Dupouy [1913] cite la blende, la smithsonite, la galène, le cuivre gris, la pyrite, l'hématite ; nous y avons trouvé personnellement des minerais de cuivre dans de petits travaux de recherche et du fer spéculaire dans des morceaux de quartz. Ces gîtes sont intéressants ; en effet, ils sont situés dans le Terrain Rouge, on ne peut donc pas considérer leur venue comme contemporaine des éruptions rhyolitiques de la région de Lang Son.

Au Sud du Mau Son, la route de Loc Binh rencontre des terrains dont l'allure résulte de mouvements tangentiels. Ils sont formés de Terrain Rouge et de schistes triasiques clairs par altération. Les traces



FIGURES 11 ET 12. — Coupes à travers le Mau Son.
Tous les terrains sont triasiques, les parties à hachures interrompues correspondent au faciès terrain rouge.
La coupe 11 passe à 6500 mètres à l'Est de la coupe 12.
Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000.

de dislocations sont nettes, plis parfois complètement contournés, quartzites se débitant en plaquettes, filonnets de quartz parfois lenticulaires ; la schistosité est parfois à peu près horizontale. Près de Dong Boc, on arrive à reconnaître un anticlinal et un synclinal, ailleurs la structure est confuse.

VI. — Le front Sud-Est du Bac Son

Nous étudierons maintenant le front Sud-Est du Bac Son, c'est-à-dire la bordure de ce massif, de Lang Nac à l'Est, à Lang Gia à l'Ouest. Ce front correspond à un pendage rapide des calcaires permien sous le Trias ; grâce à des couches diversement foncées, le pendage est visible en de nombreux points (Pl. V, fig. 3). Près de Lang Nac comme près de Song Hoa par exemple, on voit les couches rectilignes inclinées de 70° . La limite, en apparence si régulière, des deux terrains est en réalité un peu ondulée. Le fait est masqué par la vallée monoclinale et par l'érosion. Déjà au Nord de Lang Nac, la position relative des calcaires et des lydiennes ou des schistes accuse des avancées et des rentrants successifs de la ligne de contact. Un rentrant très net occupé par les schistes existe au Nord de Dong Mo (Station du kilomètre 113). Aux environs de Song Hoa, le fait est bien indiqué par la position des schistes par rapport aux calcaires et surtout par les changements rapides dans la direction des couches qui oscille autour de la ligne générale de contact. Les ondulations résultent évidemment d'un effort de plissement postérieur et transversal, on retrouve ces effets dans les petits anticlinaux bien visibles grâce à la tranchée de la route à l'Est du marché de Cho Phong ; ils affectent les schistes et leur axe est normal à la limite générale des calcaires. Dans cette région, il est vrai, les faits sont un peu moins simples ; en étudiant les relations du Primaire et du Secondaire, nous avons signalé au Nord de Don Met la butée apparente du Trias contre l'Anthracolithique, causée probablement par une faille normale et conforme, si cette apparence n'est pas due à l'avancée des calcaires en avant du front. De toute façon, des pointements de calcaires observés dans les environs ne peuvent s'expliquer que par des failles parfois minéralisées et entraînant la structure bréchoïde des calcaires ou des quartzites. En se rapprochant de Don Met, la tranchée de la route permet de voir quelques failles plus ou moins obliques.

Des glissements peuvent d'ailleurs s'être produits aussi ; au Sud-Ouest du village de Lang Gia, une tête de calcaire un peu écrasé de faciès anthracolithique pointe, à un col, au milieu des grès et schistes (1).

(1) Nous sommes en ce point, à la rencontre de la limite de base du Trias et des crêtes orientées suivant la direction Ouest-Nord-Ouest que nous considérons ici comme caractéristique du Rhétien transgressif.

Malgré ces petites perturbations, la concordance du Trias et du Permien s'est, en gros, maintenue et le Thuringien à *Neoschwagerina globosa*, bien qu'un peu écrasé, a été conservé. Les anomalies sont dans le détail et la régularité générale se traduit dans la direction des crêtes Sud-Ouest Nord-Est le long du contact ; au Sud-Est de Song Hoà s'observe en particulier une topographie jurassienne très nette, due aux couches alternativement dures et tendres des grès et des schistes de même direction, qui constituent le Nui Thung Tinh et le Nui Cuen My. Le Trias forme une bordure continue le long du Bac Son ; à une distance assez variable se rencontrent les Rhyolites formant une nouvelle frange, on les suit jusqu'à la région du Nui Cau Ré, dans la forêt à l'Ouest de Don Met.

VII. — Le Haut Yen Thé et le Chau de Dong Hi

Nous avons déjà fait allusion à ces régions, en nous occupant du Sud-Ouest du Bac Son, à propos de la disparition des terrains anté-ouraliens de ce massif sous le Secondaire dans le chau de Dong Hi ; nous nous sommes borné aux parages caractérisés par des affleurements de ce substratum. Le Haut Yen Thé et le chau de Dong Hi sont, hors de rares chemins, à peu près inaccessibles ; d'autre part, de l'Ouest au Sud-Est, s'étend un pays de mamelons et de vastes surfaces alluviales ; les relations avec les autres régions sont donc délicates à établir. Nous n'avons pas recueilli de fossiles et en sommes réduit aux considérations de faciès ; mais le plus souvent, celui-ci ne permet pas de séparer le Rhétien du Trias et même du Paléozoïque.

Nous chercherons cependant à éclaircir la structure de ce pays. Nous avons en quelques points, trouvé des affleurements de charbon ; est-ce un argument suffisant pour conclure à la présence du Rhétien ? A priori, non ; certains faciès du Trias identiques à ceux du Rhétien ne sont pas incompatibles avec la présence de houille ou d'anhracite, la sédimentation houillère tend à s'établir à An Chau au sommet du Trias, vers Moncay, il en est de même ; il est cependant logique d'admettre qu'il s'agit ici de Rhétien, en effet, nous avons vu deux affleurements appartenant au même alignement, l'un à Mo Trang dans la vallée du Song Soi, l'autre à l'Est-Sud-Est, au pied du Nui Gia Binh (1). Ces deux gîtes, par leur pendage, n'appartiennent pas seulement à un même alignement, ils jalonnent l'intervalle entre le Rhétien de Thaï Nguyen et celui des environs de Lam et de Chu. Les deux gisements de Mo Trang et du Nui Gia Binh offrent un autre intérêt ; en effet, ils déterminent une direction, conforme à leurs pendages et à l'allongement des crêtes de la région, la

(1) Le gisement du Nui Gia Binh a été prospecté par M. Bonnafont qui possède au Sud, une propriété indiquée sur la carte au 1/100.000 de Bac Ninh.

topographie est très nette à cet égard. Or, à Lang Gia, cette ligne à peu près Nord-Ouest Sud-Est rencontre obliquement, presque normalement, la limite de l'Anthracolithique et du Trias. D'après ce que nous avons vu, cette formation est donc transgressive à la fois sur le Permien supérieur et sur le Trias qui lui fait suite en concordance. Quel que soit l'âge attribué à ce terme transgressif, ce fait est bien établi, il est confirmé par la position sous le charbon du Nui Gia Binh, et en concordance, d'un grès extrêmement grossier, rappelant la Brèche du Système X et très riche en débris de rhyolites.

Plus à l'Est, les rhyolites supportent le Terrain Rouge triasique ; sur le terrain, il est difficile d'observer une discordance, les affleurements des deux termes étant parallèles ; il s'agit du remplissage d'une sorte de vaste fosse ; il faut cependant admettre une discordance légère, au moins une émergence, l'existence des Rhyolites avec poudingues interstratifiés et la présence de débris végétaux dans les grès supra-rhyolitiques y obligent. Cette émergence de la portion de la fosse située au Sud-Est du Bac Son, puis le retour des eaux après l'émission des rhyolites n'est d'ailleurs que l'extension de ce que nous avons observé à l'Est du Bac Son. La transgression constatée plus à l'Ouest, à Lang Gia, pourrait donc être attribuée à cet épisode, mais étant donné ce que nous avons admis quant à l'âge des charbons de la région et ce que nous avons dit de l'alignement, elle doit être rapportée au Rhétien. Nous tenons cette conclusion comme pratiquement certaine.

Rien ne nous permet, malheureusement, de dater les terrains situés au Nord-Est de l'alignement du Nui Gia Binh et de Mo Trang, nous ignorons s'il s'y retrouve ou non, du Rhétien.

Nous avons, dans la région au Sud-Est de Trang Xa, rencontré quelques poudingues, mais nous les attribuons au Paléozoïque, leur aspect n'est pas celui des poudingues rhétiens ordinaires, leurs affleurements discontinus seraient d'ailleurs difficilement rapportables à un conglomérat de base correspondant à une transgression sur le Paléozoïque.

Nous n'avons pas dans le Haut Yen Thé, région imparfaitement explorée, relevé d'assez nombreuses observations pour nous renseigner sur l'allure des couches, il y a tout lieu d'admettre que le Rhétien s'y comporte comme celui que nous étudierons au Sud-Est.

VIII. — La ligne du fer

Il existe à l'Est de Thaï Nguyen, une suite de gîtes de minerai de fer bien connus des prospecteurs. M. le Commandant Zeil [1907. — Pl. VII] l'a figurée sur sa carte. Le fer est connu depuis Dai Cai (au Sud de Lang Hit) à l'Ouest, jusqu'à Trai Dien (près de Mo Trang) à l'Est. De la magnétite nous a été signalée à Na Chem. Les exploitations n'ont consisté qu'en de simples trous, elles sont abandonnées, nous n'avons pas pu rechercher l'origine de ce fer. Les gîtes connus sont près des routes ;

sauf deux, ils jalonnent le chemin de Thai Nguyen à Bo Ha ; il est permis de se demander si cette localisation n'est pas due à notre ignorance de ce qu'il y a loin de cette voie. Personnellement nous avons trouvé d'abondants débris de limonite entre le Nui Na Hoa et le Nui Lau Ha, à 8 kilomètres à l'Ouest de Trang Xa, et à Dong Jon à 8 kilomètres à l'Est de Lang Hit, c'est-à-dire au Nord de la ligne du fer. Il y a lieu de se demander si cet ancien alignement ne correspond pas seulement au tracé du chemin, mais il faut reconnaître que celui-ci correspond en gros à la ligne des charbons de Mo Trang et du Nui Gia Binh et que cette ligne a commandé la topographie puis le tracé du chemin, il se peut qu'elle ait commandé aussi la formation de ces gîtes, ceux-ci ne sont peut-être que des gîtes de remaniement correspondant à la surface de transgression du Rhétien. D'après ce que nous avons dit, cette explication est plus naturelle que celle qui ferait venir le fer de la profondeur suivant une ligne tectonique. Ce fer de transgression se serait produit aux dépens des filons qui auraient au préalable, minéralisé la région ; la limonite du Nui Lau Ha (1) résulterait de l'altération d'un de ces filons.

Mais, nous le répétons, il faudrait des recherches plus serrées et des exploitations profondes, pour pouvoir étudier utilement l'origine de ce fer.

(1) La limonite du Nui Lau Ha est située tectoniquement sur la même ligne que les charbons de Trang Xa ; nous ne connaissons pas l'âge de ces charbons, mais ne les considérons pas comme rhétiens.

CHAPITRE III

LE PAYS D'AN CHAU

Lorsque, d'un point quelconque compris entre Song Hoa et Lang Nac, on s'écarte du Bac Son en se dirigeant vers le Sud-Est, on rencontre invariablement des schistes, puis des rhyolites, parfois un peu de Trias de faciès ordinaire, enfin le Terrain Rouge. Tous ces termes sont, autant que l'on peut s'en rendre compte, concordants les uns avec les autres, leurs directions d'affleurement sont parallèles ; pourtant nous avons vu au chapitre précédent, qu'il y a eu une émergence à laquelle a pu succéder une légère discordance. Si l'on part de Thanh Mỗ, on rencontre des alternances de grès, de quartzites, de schistes et de poudingues interstratifiés dans les rhyolites ; les poudingues altérés sont parfois colorés en lie de vin. De plus, il existe au bord du massif rhyolitique, au-dessus de cette formation, un alignement de schistes ou de grès à débris de végétaux. Au niveau de Lang Nac, nous avons trouvé des tufs rhyolitiques contenant de gros galets de rhyolite. Ainsi, au Nord, il faut admettre une émergence avec ou sans discordance angulaire et probablement une apparition du faciès du Terrain Rouge avant la cessation des phénomènes éruptifs. Cette dernière supposition concorde avec ce qui s'observe au Sud-Est dans la région de Pho Ba Ché, qui n'est qu'une extension de celle d'An Chau, ou entre Tien Yen et Hoanh Mo et avec ce qui doit exister au Sud-Est d'An Chau, au pied du Nui Ké Ru, s'il n'y a pas ici de répétitions d'origine tectonique. Au delà des rhyolites, le Terrain Rouge alterne avec des récurrences du Trias de faciès ordinaire (1), récurrences d'autant plus importantes et fréquentes que l'on est peu élevé dans la série. Les observations de pendage sont délicates dans ce pays, on n'observe souvent que les plans de schistosité ;

(1) A propos de la stratigraphie du Trias, nous avons vu qu'il y avait ici un timide essai d'établissement du faciès calcaire. Il y a d'ailleurs longtemps que le Général Jourdy [1885-1886. I. — p. 16] a signalé à Dong Sung (Dong Son) des grès avec couches de calcaires schisteux à Lamellibranches comparés par M. Douvillé à *Myophoria Goldfussi* v. Alberti.

elles sont de plus espacées ; on peut toutefois distinguer un certain nombre de synclinaux et d'anticlinaux mais il s'en faut qu'ils soient tous connus. Les affleurements sont dirigés Sud-Ouest Nord-Est ; en se rapprochant de la route de Lang Son à Tien Yen, ils tendent à s'orienter vers le Nord et à être moins réguliers. On peut vérifier la coïncidence de quelques synclinaux et des principales crêtes. Cette connaissance imparfaite des plis rend délicate l'évaluation de l'épaisseur du Terrain Rouge, problème fort intéressant car cette formation doit être très épaisse ; en effet, entre les limites Nord-Ouest et Sud-Est du Terrain Rouge, on n'observe de pointements ni des rhyolites, ni des calcaires anthracolithiques qui se retrouvent pourtant au Sud. Le Terrain Rouge paraît s'incliner régulièrement vers le Sud-Est en s'éloignant des rhyolites jusqu'au premier synclinal important. Cependant Counillon a noté des pendages indiquant un petit anticlinal à Khuoi Thoc à 12 kilomètres à l'Est de Lang Nac, il explique un petit pointement isolé de rhyolite que nous avons observé à Pac Phieng à quinze cents mètres en avant de la limite du gros affleurement de cette roche. Les inclinaisons des couches sont assez variées et rarement connues avec sécurité ; elles peuvent être très fortes, les pendages de 45° ou de 60° sont courants. En se basant sur les inclinaisons observées et sur les espaces séparant un certain nombre d'anticlinaux, on peut évaluer à 4 kilomètres au minimum, l'épaisseur de la formation.

Aux environs immédiats d'An Chau, un faciès spécial que nous appelons faciès d'An Chau, succède à celui du Terrain Rouge. Nous ne reviendrons pas sur la nature de cette formation dont le terme principal consiste en schistes à *Estheria* souvent charbonneux. Au Nord-Est d'An Chau, ces schistes reposent en concordance autour de la terminaison périclinale d'un affleurement de grès, la situation est la même au Nord-Ouest par rapport aux grès du Terrain Rouge. Au Sud du poste, les mêmes schistes se voient à l'entrée sous bois du chemin de Vi Loai, ils disparaissent ensuite sous la masse des grès et poudingues rhétiens. A l'Ouest du poste, existe un synclinal secondaire. La masse de grès et poudingues qui commence au Sud du Song Luc Nam s'étend à l'Ouest vers Luc Nam et au Sud dans les bassins du Dong Trieu et de Hongay. A l'Est du poste d'An Chau, les poudingues forment la masse du Nui Voi et du Nam Ngon ; plus au Nord, on les rencontre encore au delà du Cao Nhung ; de ce côté, ils forment la retombée de l'anticlinal dans l'axe duquel apparaissent le Trias d'An Chau et les grès sous-jacents (1).

(1) Entre le Cao Con et le Cao Nhung, la superposition des poudingues résistants au Terrain Rouge plus tendre, a occasionné une tête de vallée suspendue assez curieuse, le ruisseau et ses affluents coulent, à leur origine dans une vallée plate, marécageuse, faiblement inclinée vers l'aval ; ce tronçon de vallée repose sur le Terrain Rouge mais est entouré par les poudingues ; en aval, l'eau s'écoule torrentiellement par un lit très incliné au milieu des rochers de poudingue. L'érosion du bassin de réception ayant atteint le Terrain Rouge s'est faite très vite, elle se continue en aval dans la roche dure.

Le faciès d'An Chau et le Terrain Rouge reparaissent au Sud-Est du Nam Ngon, dans la vallée du Song Luc Nam qui s'écoule en aval par un défilé entre le Nui Voi et le Nam Ngon, ces hauteurs correspondent à un

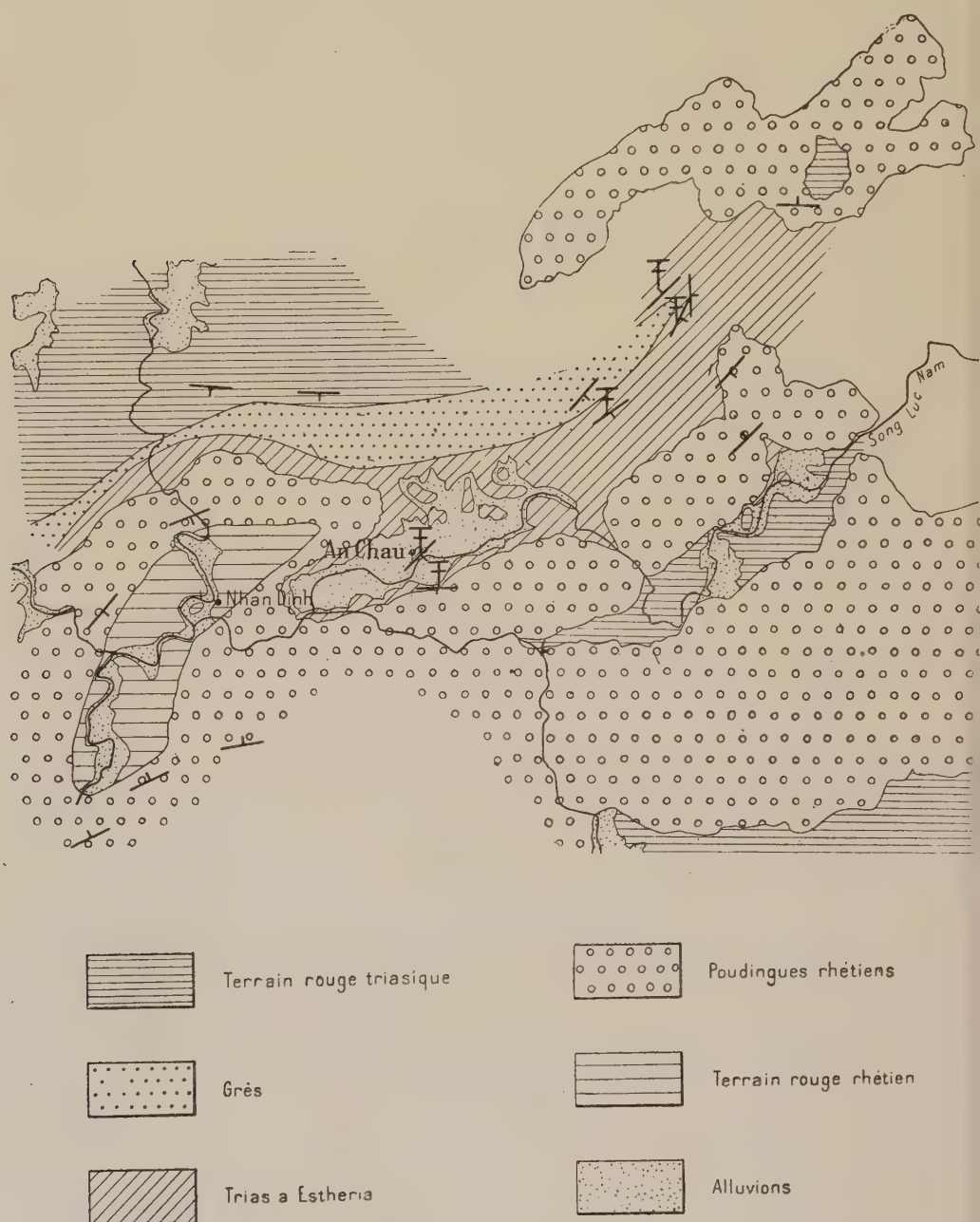


FIG. 13. — Relations des différents faciès du Trias et du Rhétien aux environs d'An Chau.

Echelle 1/200,000.

synclinal de grès et de poudingues ; là, le Trias d'An Chau est peu étendu et mal caractérisé ; une marne grise très calcaire, seule, lui est rapportable avec assez de sécurité.

Ce Trias d'An Chau a donc une extension très restreinte (1). Il est regrettable que le pays ne permette pas d'étudier ce qu'il devient plus loin, nous ne savons pas s'il admet un équivalent latéral ou s'il représente un terme supérieur déposé primitivement dans une cuvette limitée ou sur de plus vastes espaces.

La région d'An Chau nous montre encore une autre formation. La dépression surtout alluviale de Nhan Dinh, au confluent du Song Luc Nam et du Nguoc Vang correspond à du Terrain Rouge, mais elle est entourée par les grès et poudingues rhétiens qui s'inclinent vers son centre ainsi que l'indiquent, sans exception, les nombreux pendages observés ; elle correspond donc à un synclinal de Terrain Rouge rhétien, non de Trias. Ce terme supérieur du Rhétien se rencontre d'ailleurs dans la région littorale avec plus de développement.

Les environs immédiats d'An Chau paraissent régulièrement plissés, des pendages de 65° s'observent dans les schistes à *Estheria* ; localement, à l'Est de Nhan Dinh, les poudingues sont redressés verticalement ; au Sud, leur pendage atteint 65°. M. Lantenois a signalé au Nord-Ouest d'An Chau, à la mine de cuivre des environs de Giao Liem, une faille de chevauchement que nous avons retrouvée, il s'agit d'un petit accident local.

La disposition relative des termes triasiques et rhétiens aux environs d'An Chau indique qu'il y a pratiquement concordance entre eux. Par contre dans d'autres régions, par exemple dans le Haut Yen Thé, le Rhétien est transgressif ; la transgression se serait-elle donc étendue à partir de la région d'An Chau, ou cette concordance locale est-elle simplement fortuite ? La première hypothèse ne s'accorde pas avec le charriage postérieur au Terrain Rouge triasique et antérieur à la fin du Rhétien dont nous trouverons trace en étudiant la région située plus au Sud. Le faciès lacustre d'An Chau paraît correspondre au remplissage ultime d'une fosse comblée presque entièrement par le Terrain Rouge triasique.

Il n'est, d'ailleurs, pas besoin d'aller jusqu'au Yen Thé pour observer la discordance des poudingues rhétiens. Sur le bord ouest de la dépression de Nhan Dinh, ceux-ci sont dirigés Nord-Est et nos nombreuses observations s'accordent à les considérer comme concordants sur le Trias ; il en est encore ainsi au pied du Tam Quan où des schistes gris verdâtre, compacts, identiques à ceux du Mau Son, présentant la même disjonction en boules et attribuables au Trias, ont exactement le même pendage

(1) Nous ne connaissons vers l'Ouest qu'un affleurement qui pourrait lui être rapporté, il s'agit de schistes noirs, mais ne tachant pas les doigts, avec calcaires noirs interstratifiés ; ils s'observent au Sud de Trai Kia dans le lit d'un affluent du Song Luc Nam et sont inférieurs aux poudingues rhétiens, ces schistes peuvent eux-mêmes être rhétiens.

Sud-Est que les grès qu'ils supportent ; ceux-ci constituent la base de la série des Poudingues. Plus à l'Ouest, les schistes et grès triasiques conservent la même direction Nord-Est, tandis que la limite des Poudingues est parallèle à la vallée du Song Luc Nam, c'est-à-dire Ouest-Nord-Ouest ; plus à l'Ouest encore, la conformité entre les directions du Trias et du Rhétien s'observe à nouveau plus ou moins rigoureusement. Ainsi les affleurements rhétiens dessinent un rebroussement qui ne coïncide pas avec le changement de direction du Trias ; il y a transgression et discordance du Rhétien.

Les filons de quartz sont extrêmement abondants dans le Trias d'An Chau, ils renferment parfois des sulfures métalliques, galène ou blende. A Van La, nous avons vu de superbes minerais de galène dans une exploitation abandonnée. Le cuivre et l'argent existent aussi dans la région.

CHAPITRE IV

LE DONG TRIEU ET LA RÉGION DE HONGAY

Nous étudierons ensemble le Dong Trieu et la région de Hongay ainsi que le pays caractérisé par les poudingues qui, au Nord, s'étendent jusqu'à An Chau. Les Poudingues rhétiens sont la formation à la fois la plus caractéristique, la plus abondante et la plus intéressante au point de vue économique. Ils forment une traînée ininterrompue depuis Kébao à l'Est jusqu'à Sept-Pagodes à l'Ouest. Ce Rhétien repose sur un substratum formé de divers terrains plus ou moins bien datés, Trias et Rhyolites, Anthracolithique, lydiennes antérieures aux calcaires ouraliens, séricitoschistes. Nous commencerons par examiner ces termes. Le Terrain Rouge triasique étant, selon l'ordre des choses, immédiatement au-dessous du rhétien, se rencontre souvent à la limite de cette formation, il apparaît aussi lorsqu'elle a disparu par érosion. Les Rhyolites existent au Nord des calcaires de Port-Courbet, au pied Ouest du Nui Ké Ru ; on les rencontre également, à l'état de débris, dans le torrent descendant du Deo Mo entre Hongay et Pho Ba Ché.

L'Anthracolithique est représenté par des calcaires et par les grès permien. Les calcaires sont abondants au Nord d'Haïphong. Ils constituent de petits affleurements ou des témoins, souvent réduits, à la surface de quartzites qui ne forment eux-mêmes que de petites collines. On les retrouve entre Yen Lap et Dai Dan au Nord-Est de Quang Yen, puis à Hongay et à l'Est, où ils forment la continuation de ceux des baies de Ha Long et de Fai Tsi Long. Un petit pointement au bord de la route de Mao Khé à Trang Bach nous a donné *Schwagerina princeps*. Enfin, ils constituent le curieux alignement si rectiligne que l'on rencontre au Nord de Port-Courbet ; ceux-ci renferment des Fusulines souvent complètement étirées, ces calcaires ont d'ailleurs un aspect très laminé, ils pendent vers le Sud (1) avec des angles très forts, 50°, 80° ou sont presque

(1) Ayant vu au Nord le long de la ligne du chemin de fer Hanoï Lang Son, les calcaires du Bac Son s'infléchir régulièrement pour disparaître sous le Trias, on serait tenté de les voir reparaitre au Sud du pays triasique et rhétien avec un pendage Nord ; il n'en est rien, mais les calcaires du Bac Son eux-mêmes ne se comportent pas partout de façon identique, nous avons vu que vers le Sud-Ouest, la limite de ce massif correspond à une transgression du Rhétien sur des terrains en grande partie dépourvus de leur couverture anthracolithique.

verticaux, ils reposent sur des grès parfois schisteux et micacés, des quartzites et surtout des schistes et des lydienes (1).

Ces termes inférieurs aux calcaires peuvent supporter directement le Terrain Rouge, il y a parfois trace de laminage au niveau du contact, on peut cependant admettre qu'il y a eu sédimentation sur un territoire analogue à ce qu'est actuellement la région paléozoïque au Nord d'Haï-phong ; en effet, sur le versant Nord du Nui Ké Ru, où les couches ne paraissent pas étirées, le Terrain Rouge repose directement sur les séricitoschistes.

I. — Les Terrains écrasés antérieurs au Rhétien

Nous ne pouvons malheureusement pas séparer toujours certains termes voisins, schistes séricitieux, séricitoschistes et autres roches écrasées, qui représentent évidemment des terrains d'âges fort différents et sont même attribuables à deux séries de valeurs très dissemblables au point de vue tectonique ; mais étant donné l'absence de fossiles, le peu d'étendue et l'espacement des affleurements, on ne peut les débrouiller que très difficilement.

M. Lantenois, le premier, a signalé [1907] des schistes satinés dits anciens ; sur la carte donnée par cet auteur, ils sont représentés au Nord de Hongay suivant des bandes dirigées Est-Ouest. Il existe des types lithologiques très variés correspondant à des schistes à séricite, des grès à séricite, des quartzites parfois totalement schisteux, des schistes plus ou moins gréseux avec quelquefois de la chlorite. Nous avons découvert de véritables séricitoschistes dont l'origine peut être purement dynamométamorphique, l'écrasement est extrême. Nous les avons trouvés au pied Ouest du Nui Ké Ru et, 28 kilomètres plus à l'Est, au pied oriental du Nui Bao Gia ; ils renferment ici, les uns, de la tourmaline, d'autres de la dolomie. Dans ces régions montagneuses, les pistes suivent de préférence les vallées, c'est dans les thalwegs des torrents que nous avons observé ces « schistes satinés » nous avons pu constater qu'en s'élevant sur les versants de certaines vallées on rencontre les poudingues rhétiens. Le cas est net à Huy Dong (au Nord de Ha Tou) ou au Sud de Dong Vong, sur le chemin de Quang Yen à An Chau. Les schistes satinés n'affleurent donc pas suivant des bandes parfaitement continues.

Il est bien tentant de réunir dans un même complexe toutes ces formations plus ou moins satinées ou séricitieuses. Pourtant, nous sommes

(1) La généralité de ce pendage est peut-être en défaut à Dong Mang (au Nord de Yen Tho) où les calcaires paraissent un peu au Nord de l'alignement, ils pourraient former la retombée d'un anticlinal aigu, mais peut-être cette réapparition n'est-elle due qu'à une faille.

amené à les séparer en deux séries ; l'une d'elles, la plus ancienne englobe les véritables séricitoschistes, des schistes, des grès et quartzites schisteux (1) riches en séricite et certains phyllades (2) ; sur cette série que nous considérons comme une ancienne nappe charriée, se sont déposés les calcaires anthracolithiques de Port-Courbet (3), puis le Terrain Rouge triasique représentant une nouvelle transgression. Les calcaires eux-mêmes sont laminés. Quant au Trias situé au Nord des

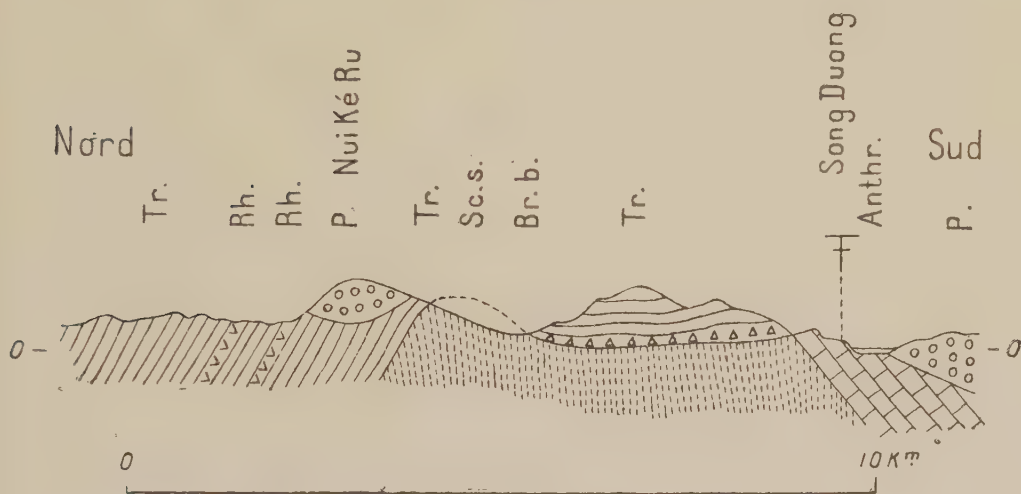


FIG. 14. — Coupe schématique Nord-Sud, au Nord de la rade de Port-Courbet.

Légende : P = Poudingues rhétiens ; Tr. = Trias ; Rh. = Rhyolites ; Br. b. = Brèche de base du Trias ; Anthr. = Calcaires à Fusulinidés ; Sc. s. = Schistes satinés.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000.

schistes séricitieux il ne possède qu'une schistosité ordinaire, tandis que celui situé au Sud a été écrasé et constitue notre seconde série de terrains laminés, nous avons d'ailleurs bien hésité à rapporter cette série au Trias, nous nous basons sur les indices suivants. Beaucoup de schistes et de grès schisteux sont lie de vin ou verts à taches pourpres, ce faciès fait songer au Terrain Rouge triasique, mais pourrait permettre

(1) Il existe des bancs de schistes interstratifiés dans les quartzites.

(2) Nous ne connaissons aucune trace de fossile, nous avons seulement trouvé au Nord de Dong San, des empreintes problématiques, algues ou pistes de vers, dans des schistes clairs un peu satinés ; elles rappellent des traces que nous avons observées dans des schistes à *Spirifer* (F. 773) de l'anticlinal de Van Linh ; nous ne pouvons cependant pas affirmer qu'il s'agit aussi de Dévonien.

(3) Nos observations ne nous permettent pas de dire si les grès fins et lydiennes subordonnés à ces calcaires représentent un niveau anthracolithique inférieur ou s'ils appartiennent à la série lustrée. Certaines de ces lydiennes sont franchement laminées.

également le rapprochement avec des terrains plus anciens ; au microscope, nous avons remarqué dans certains grès, des quartz qui ont bien l'aspect de quartz corrodés, la roche elle-même fait songer à un grès provenant de la destruction de rhyolites ; l'écrasement est trop intense pour permettre une affirmation et nous ne saurions encore parler de Trias si nous n'avions pas observé un poudingue lui-même laminé qui se place à la base de la formation ; le fait est net aussi bien près de la mine de Huong Bi que près de Trai Cai à 10 kilomètres au Nord de Cho Thoi (1) ; or, ces poudingues contiennent de véritables galets de calcaires ordinairement gris clair et de faciès nettement anthracolithique (2). A 3 kilomètres de Trai Cai, à Dong Vinh, un poudingue moins écrasé à éléments calcaires renferme en outre, des galets de grès à muscovite, de quartzite micacé probablement de contact et des débris de roches phylliteuses. Ces derniers éléments peuvent être rapportés à la série satinée inférieure, il faut donc considérer ces conglomerats comme postérieurs à la fois à cette série et à l'Anthracolithique ; la série supérieure est d'autre part nettement inférieure au Rhétien transgressif, il convient donc de l'attribuer au Trias, ce qui s'accorde avec le faciès de ces termes. De son côté, M. Charles Jacob [1921. — p. 57], en étudiant la chaîne de Thanh Hoa, dans le Nord-Annam, a signalé aussi des grès triasiques écrasés et transformés en schistes à séricite.

Devant l'épaisseur des couches écrasées, tant anthracolithiques que triasiques, il faut rechercher une cause puissante ; de simples chevauchements locaux ne suffisent pas à expliquer ce laminage intense. Si nous rapprochons de ces faits les dislocations horizontales que nous constaterons dans les calcaires de la Cat Ba, nous n'échappons pas à l'impression qu'une nappe est passée sur la région. Nous arrivons ainsi à la succession des phénomènes suivants dans le pays qui nous occupe : charriage anté-ouralien, transgression ouralienne ou également anté-ouralienne, transgression triasique, charriage antérieur aux poudingues

(1) Au Nord-Ouest de Song Duong, entre Dong Giang et Trai Cai, le sentier, qui s'écarte peu du fond de la vallée, rencontre des roches extrêmement écrasées appartenant en grande partie au Terrain Rouge. Ce sont des poudingues brun lie de vin, écrasés, schisteux, contenant des quartz, des quartzites et des schistes — des schistes renfermant des petits galets — des grès et schistes lie de vin.

Au Sud, le Terrain Rouge écrasé repose sur des quartzites, des schistes gréseux gris très écrasés, des lydiennes, presque verticaux, inclinés de 80° vers le Sud, et inférieurs aux calcaires à Fusulines de Song Duong.

Au niveau de Trai Cai, s'observent les poudingues à galets calcaires.

Plus au Nord, se trouvent des phyllades et des séricitoschistes. En suivant cet itinéraire, on a nettement l'impression que l'on se tient au voisinage d'une surface de glissement du Terrain Rouge sur les phyllades et quartzites écrasés sur lesquels il s'était primitivement déposé.

Au Nord, les phyllades et séricitoschistes supportent le Terrain Rouge et les Rhyolites, inférieurs eux-mêmes aux Poudingues.

(2) Nous avons retrouvé à la base d'un terrain rouge, un poudingue à galets de calcaire de type anthracolithique, loin de Port-Courbet, à Mai Xu, dans une zone non écrasée. Ces calcaires renferment seulement des Foraminifères indéterminés.

rhétiens, transgression rhétienne. Ce sont les mêmes conclusions que plus au Nord (1).

La présence de lydiennes (2) sous les calcaires ouraliens reste assez troublante, mais elles ne sont pas datées, la question reste ainsi imprécise. Représentent-elles du Dévonien ? En ce cas, elles peuvent appartenir à la série lustrée ou constituer avec l'Ouralien le terme supérieur ; dans cette dernière hypothèse, il faudrait admettre un charriage dévonien, ce qui ne s'accorde pas avec ce que nous savons des régions voisines. Mais ces lydiennes représentent peut-être du Moscovien ou la base de l'Ouralien. Devant cette ignorance de l'âge des lydiennes, nous les rattachons provisoirement à la série compréhensive des terrains écrasés anté-triasiques.

La série triasique écrasée, supérieure aux poudingues calcaires, comprend des schistes et des ardoises colorés en lie de vin, des schistes parfois peu satinés, des grès écrasés, des poudingues bréchoïdes très écrasés à débris de schistes, de lydiennes etc... ; il est souvent difficile d'attribuer une roche à cette série plutôt qu'à la série inférieure.

Dans les formations dynamométamorphosées inférieures au Rhétien, la schistosité est toujours dirigée Est-Ouest ou à peu près ; mais au Nord-Est de Ha Tou, il y a une inflexion rapide, la direction devient Nord-Nord-Est dans la vallée au Nord de Huy Dong ; plus au Nord-Est on retrouve les schistes satinés au Sud-Est de Pho Ba Ché, ici la direction n'est plus que Nord-Est. Cette incurvation générale est conforme à celle que l'on peut observer dans le Terrain Rouge triasique et les Rhyolites ; elle correspond, comme nous le verrons plus tard, à celle de l'arc du Dong Trieu à l'approche du rebroussement de Tien Yen.

II. — Le Rhétien

Le Terrain Rouge triasique paraît être souvent conservé sous le Rhétien.

A la base de la formation des poudingues existe le plus souvent une couche importante de grès.

(1) Malgré cela, cette coïncidence le long de cette bande étroite située au Nord des calcaires de Port-Courbet, de deux charriages et de trois surfaces de transgression doit nous étonner, mais il faut bien s'incliner devant les faits. Remarquons d'abord que, le Rhétien transgressif s'étendant sur toute une vaste région, il n'y a, en réalité, qu'un rapprochement de deux surfaces de transgression qui puisse surprendre. Pour simplifier les faits, on serait tenté d'admettre qu'il n'y a qu'une série écrasée, cela serait contredit par la présence de roches écrasées dans les poudingues de base de notre seconde série, de plus la série charriée comprendrait les calcaires anthracolithiques et le Terrain Rouge écrasé qui lui est supérieur ; or, en suivant le chemin de Vi Loai, on constate nettement que les séricitoschistes sont inférieurs au Terrain Rouge autochtone, celui-ci est associé à des rhyolites au Nui Ké Ru ; il faudrait donc admettre un charriage antérieur à la venue de ces rhyolites, tandis que le charriage mésozoïque reconnu au Nord est postérieur à celle-ci, cette hypothèse d'un charriage unique au Sud serait donc, en réalité, plus compliquée et elle n'expliquerait pas la présence des deux séries écrasées démontrée par les poudingues calcaires, elle est à rejeter.

(2) Voir note 3, page 165.

La citadelle de Quang Yen est bâtie sur des grès qui, par places, deviennent une arkose à feldspaths complètement kaolinisés, ils ravinent un banc de kaolin de 1 m 50 de puissance reposant sur des grès gris rose. Nous avons trouvé dans ce kaolin une feuille transformée en charbon et son empreinte. Il semble qu'il s'agisse de *Podozamites distans* Presl. Ces formations accusent la proximité de granite (1).

Le Rhétien présente le même faciès dans le Dong Trieu qu'à Hongay, le charbon est le même, et peut être aussi épais, une couche de 30 mètres de puissance a été signalée dans la concession Saladin au Nord d'Haiphong. Bien que situé sur le même alignement, le Rhétien du Dong Trieu a une allure différente de celui de Hongay. Les couches y sont régulièrement disposées et cet arrangement se trahit dans la topographie, il en résulte en effet une longue chaîne Est-Ouest dominant la région littorale. Nous sommes ici dans un pays où le plissement a été assez énergique, mais régulier ; les Poudingues sont parfois très inclinés, des pendages subverticaux sont probables. Le pays est dénudé et se prête bien aux observations, on peut voir se poursuivre, sur de longues distances, des affleurements bien parallèles de couches dures, néanmoins les ingénieurs ont constaté que certaines couches étaient assez disloquées.

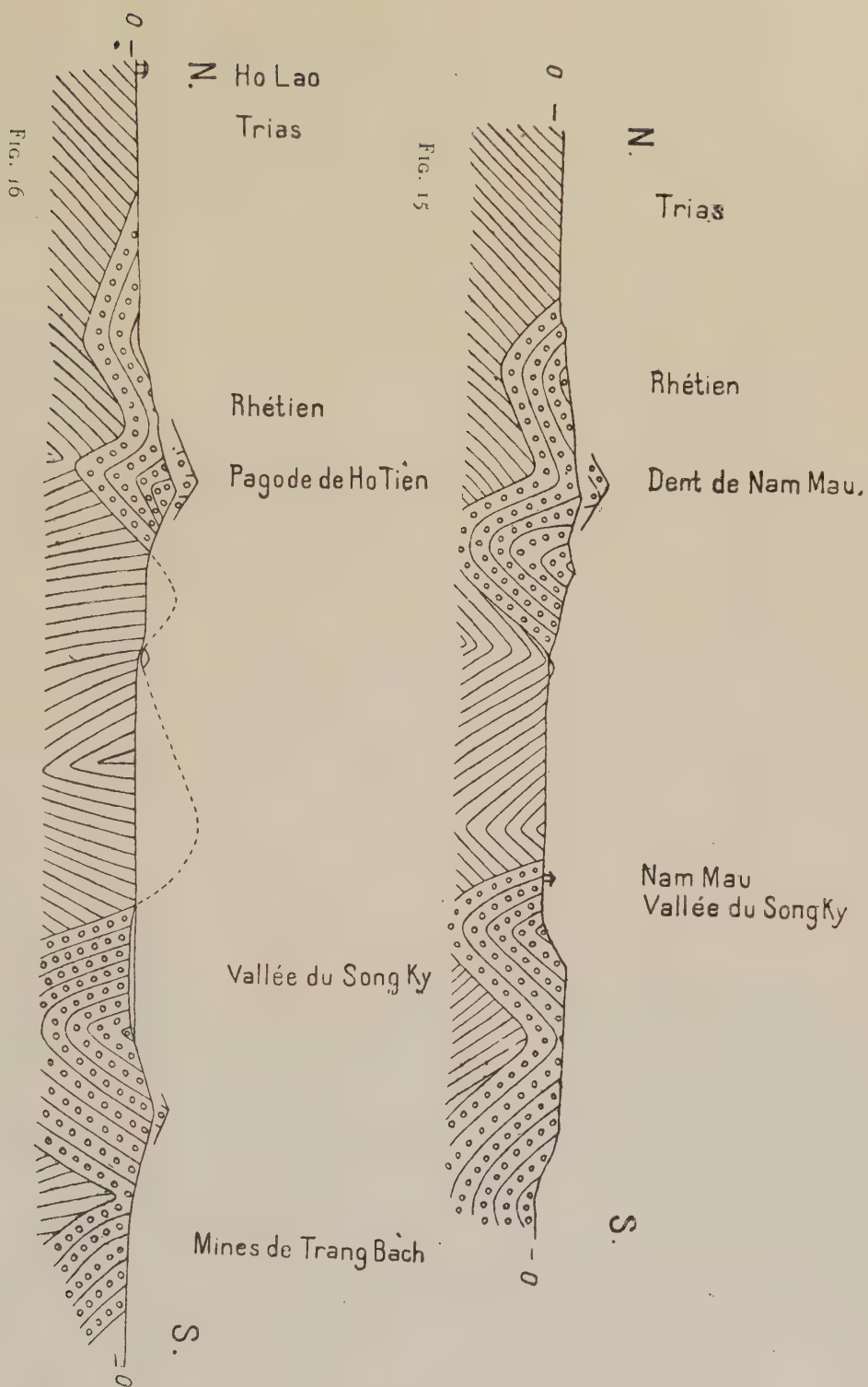
Une première chaîne, voisine du littoral, renferme la plupart des charbonnages actuellement exploités (2) ; au Nord, une seconde chaîne plus élevée s'étend parallèlement ; nous l'avons franchie par le sentier de la Pagode de Ho Tien à l'Ouest et par celui de la Dent de Nam Mau, nous avons pu ainsi dresser deux coupes qui s'accordent parfaitement ; la seule différence résulte de la présence au Nord de Nam Mau, de schistes plus écrasés au sein du Trias. La vallée du Song Ky empêche de voir le contact du Terrain Rouge et des poudingues. La largeur des alluvions est peut-être parfois insuffisante pour masquer le relèvement des couches rhétiennes vers le Nord où elles doivent se relier à celles de la chaîne de Nam Mau. Peut-être faudrait-il alors avoir recours à l'hypothèse d'une faille correspondant à la vallée du Song Ky ; étant donné l'intensité du plissement dans le Rhétien, cette faille, si faille il y a, pourrait être plus ou moins oblique et résulter de l'effort de poussée.

M. du Hazier, Ingénieur aux Mines de Trang Bach, a bien voulu nous dire que 20 couches de pendage Nord et 4 seulement de pendage Sud avaient été reconnues (3). Au Sud du Song Ky, nos observations quant à l'allure des couches et leur nature sont complètement défavorables à l'hypothèse de répétitions imbriquées.

(1) Dans la plaine alluviale au Sud du Dong Trieu, de petites concentrations kaoliniques proviendraient de la désagrégation de grès feldspathiques. Au Nord du poste de Trang Bach, près des bureaux de la Mine, une espèce de kaolin est surmontée d'une terre ocreuse ; il semble qu'il s'agisse d'une formation latéritique.

(2) Le charbon s'étend bien plus au Nord ; dans la région de la Dent de Nam Mau, nombre de torrents en roulent à l'état de galets.

(3) A l'Ouest de Mao Khé, la disproportion existe, mais moins forte.



FIGURES 15 ET 16. — Coupes parallèles dans le Dong Trieu.
Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000

Plus à l'Est, dans la région de Huong Bi, M. Lantenois (1) a constaté l'existence de deux niveaux houillers de pendage Nord, séparés par une grande épaisseur de poudingues, le niveau inférieur aurait une allure plus mouvementée et le charbon y serait plus friable ; donc, de ce côté, la régularité observée plus à l'Ouest commencerait à être troublée.

Plus à l'Est, au Nord-Est de Quang Yen, nous avons observé des faits plus nets. Un pendage régulier vers le Nord s'aperçoit sur les flancs du Nui Kuong Han, du Nui Chua Trieu et plus à l'Ouest jusqu'à Huong Bi, le long de cette longue crête Est-Ouest se voient nettement des gradins rectilignes, presque horizontaux, à peine inclinés vers l'Ouest. Cette remarquable régularité ne se retrouve pas dans la vallée transversale du Song Mip, au Nord de Yen Lap ; sur la rive gauche, en face de ce marché, les couches charbonneuses paraissent très disloquées. En amont, aussi bien sur une rive que sur l'autre, nous avons relevé des pendages, tous plus ou moins nettement dirigés vers l'Ouest ; comme ces couches à direction anormale ont été observées dans le fond ou peu au-dessus de la vallée, on pourrait être tenté de les considérer comme ayant été dérangées par un grand anticlinal renversé qui constituerait la haute crête du Nui Kuong Han, mais il est bien plus simple et plus logique d'admettre que la vallée du Song Mip entre Yen Lap et Quang La, correspond à un système d'accidents. Nous rejetons complètement l'hypothèse du pli couché qui, d'ailleurs est trop en opposition avec la régularité des couches dans la chaîne du Nui Kuong Han. Les pendages que nous avons relevés étant vers l'Ouest, ce serait le pays situé à l'Ouest qui se serait affaissé, justement nous n'observons pas de ce côté le prolongement des calcaires anthracolithiques qui affleurent au Sud-Est de Yen Lap ; cette absence est, il est vrai, explicable par simple érosion.

A la citadelle même de Quang Yen, des stries de friction s'observent dans des plans peu inclinés, 15° vers l'Ouest-Nord-Ouest, mais elles ne paraissent correspondre qu'à un accident de très faible amplitude.

La régularité générale se continue encore un peu plus à l'Est dans le Nui Chua Loi ; mais dans l'île aux Buissons, cette belle ordonnance disparaît et les pendages sont dans tous les sens, c'est l'allure des couches de Hongay qui commence.

Ces dislocations ne sont pas comparables à celles que nous avons rencontrées en étudiant la région des calcaires de Port-Courbet, où l'influence de forces tangentielles, bien autrement importantes, ne s'est fait sentir qu'avant le Rhétien houiller.

Au Nord de Xich Tho, les calcaires anthracolithiques de Port-Courbet inclinés vers le Sud, sont presque verticaux, et à l'Est de Yen Tho, au pied de la Dent de Vu Hoai, existent des schistes charbonneux qui sont également presque complètement redressés et pendent vers le Nord-

(1) Notes manuscrites conservées au Service Géologique.

Nord-Ouest ; si ce fait n'est pas simplement local, il y aurait donc dans cette région située au Nord de Ha Tou, tendance au renversement du Paléozoïque sur le Rhétien.

Nous avons signalé, à propos des relations du Rhétien, la brèche calcaire typique en bordure du massif du Deo But et les contournements et glissements dans le Rhétien situé un peu au Nord. Les exploitations minières de la région de Hongay et de Ha Tou qui, on le sait, se font à ciel ouvert, mettent en évidence les dislocations au sein du Rhétien productif. En gros, on peut bien constater que la colline de Ha Tou, correspond à un synclinal et qu'un anticlinal correspond à l'intervalle entre cette colline et les exploitations dites « Mamelon 153 » et « Monplanet », mais dans le détail, les couches sont très disloquées et les coupes de l'exploitation montrent l'existence de failles. A Monplanet, nous avons pu constater qu'une faille fait disparaître brusquement une couche de 50 mètres contenant 25 mètres de charbon ; un peu à l'Ouest, le toit formé de grès, est séparé en deux par un plan vertical suivant lequel s'affrontent les couches relevées vers le haut de part et d'autre. Partout, les ingénieurs ont relevé des failles plus ou moins importantes, elles sont parfois presque verticales, parfois très inclinées ; les rejets peuvent atteindre près de 500 mètres, quelquefois des tronçons de couches plissées sont amenés en contact d'éléments non déformés. Il est impossible de trouver un fil directeur au milieu de ces dislocations. Pourtant, avons-nous dit, on reconnaît en gros, près de Ha Tou, un synclinal et un anticlinal, de plus la « Grande couche » peut, malgré ses rejets, être retrouvée presque partout hors des points où l'érosion l'a enlevée.

Les dislocations n'ont pas eu lieu sans des venues de quartz, de gros filons s'observent dans la vallée du Song Ky.

A l'Est de Ha Tou, s'étend le petit massif karstique du Deo But, les relations du Rhétien par rapport à ces calcaires sont très nettes, les couches de grès ou de poudingues sont inclinées vers l'extérieur du massif et leurs directions sont les tangentes à la ligne de séparation. L'orientation sensiblement Nord-Nord-Ouest des couches de la colline de Ha Tou est conforme à ce plan ; la route qui suit le contact permet de voir cette direction, qui est encore Nord-Nord-Ouest à l'Est de Ha Tou, devenir Nord-Nord-Est puis Est. Le Rhétien, transgressif sur l'Anthracolithique, s'est trouvé ensuite moulé comme une masse plastique contre les massifs calcaires restés en saillie.

Entre Ha Tou et Cam Fa, au Nord de Tunnel de la Douane, les calcaires sont inclinés vers le Nord, c'est-à-dire sous le Rhétien. A Hongay les calcaires ont en gros une direction Nord-Nord-Ouest, qui correspond d'ailleurs à l'orientation des deux traînées d'îles qui se réunissent ici en virgation, c'est également celle que Zeiller [1903. — Pl. B] avait déjà indiquée pour le Rhétien du faisceau occidental de Nagotna. Plus à l'Ouest, en revenant dans la région du Dong Trieu, à Dai Dan, on observe dans le détail, une légère divergence entre les directions du Rhétien et des calcaires, ceux-ci sont dirigés Est-Nord-

Est, tandis que les poudingues sont Ouest-Nord-Ouest, orientation conforme à celle de la limite générale des deux formations, les faits sont donc comparables à ceux observés près de Ha Tou. L'érosion anté-rhétienne dans les calcaires ayant été plus ou moins régie par leur structure, il y a donc ici une sorte d'influence posthume plus ou moins directe.

Les mines de Cam Pha et de Kébao.

Nous avons peu de choses à dire des charbonnages situés à l'Est de Hongay. A Cam Pha, le Rhétien est assez accidenté ; au col des Cerfs, se voit une couche de charbon verticale et à l'Est les couches souvent plissotées sont affectées de petites failles ; à côté de cela, on trouve au « Découvert Est », une couche productive épaisse très régulière dont le toit est formé par des grès reposant en concordance régulière malgré la présence, au contact, de quelques couches en biseau. En somme, ces couches ont la même allure que celles de Hongay. A Kébao, le Rhétien houiller est encore formé de poudingues, mais il apparaît un terme supérieur très développé, attribuable encore au Rhétien, et formé de grès et schistes lie de vin, terrain que nous étudierons en parlant de la région de Moncay. Les pendages y sont très visibles sur les flancs du Nui Cai Dai au Nord du centre minier de Kébao, un peu au Nord de ce centre nous avons observé un pendage Nord très net dans le Terrain houiller, mais à côté, les couches sont plissotées. Nous avons relevé d'autres pendages au Nord-Ouest de Kébao ; les uns correspondent à la direction générale de l'arc du Dong Trieu, c'est-à-dire au Nord-Est, d'autres correspondent à une direction Nord-Ouest ou à des orientations intermédiaires, ils s'accordent à peu de choses près avec la reconstitution proposée par M. Charpentier, Ingénieur civil des Mines, pour les terrains situés au voisinage de sa « Faille de Kébao », reconstitution qui a été reproduite par Zeiller [1903. — Planche D]. Cette disposition correspond à l'existence d'une sorte de dôme situé un peu au Nord-Ouest de Kébao et entraînant une déviation des lignes directrices à son voisinage ; la surface de ce dôme est elle-même accidentée d'ondulations secondaires et de failles. Nous avons personnellement observé une petite faille oblique très nette, mais de détail ; nous n'avons relevé que des pendages voisins de 30° à 45° au maximum. Kébao, par l'allure de ses couches, nous rappelle encore beaucoup Hongay.

III. — Le pays situé au Nord du Dong Trieu

La structure observable au Nord de Hongay et du Dong Trieu et au Sud d'An Chau est beaucoup plus simple que celle que nous avons rencontrée dans la région de Port-Courbet, nous retrouvons uniquement le Terrain Rouge triasique, la formation des poudingues et un peu de Terrain Rouge rhétien. Le Rhétien est surtout abondant à l'Ouest du

chemin de Vi Loai à An Chau ; à l'Est, le Trias constitue presque tout le pays qui n'est qu'une extension de la région triasique d'An Chau. Au contraire, à l'Ouest de Vi Loai, le Trias n'apparaît plus qu'à la faveur d'un anticlinal, mais cette bande étroite qui, dans la topographie, correspond à une dépression, sépare à peu près entièrement les affleurements rhétiens du Nord de ceux du Sud.

Vers l'Ouest, la chaîne méridionale du Dong Trieu se continue en direction de Sept-Pagodes ; à Co Kinh entre le poste de Dong Trieu et Sept-Pagodes, des grès rhétiens avec charbon ont été signalés, le pendage Nord-Nord-Est qui leur est attribué est parfaitement en conformité avec ceux observés plus à l'Est dans le Dong Trieu et avec l'orientation des crêtes. Au delà de Sept-Pagodes, nous entrons dans le Delta où le Rhétien ne forme que des collines isolées, il devient alors très difficile de faire le départ entre le Rhétien et le Trias lorsque les faciès ne sont pas très caractéristiques, les schistes et grès lie de vin peuvent être attribués aussi bien au Trias qu'au Rhétien lorsque leurs relations avec la formation des poudingues ne peuvent plus être connues. A Bac Ninh, les tranchées du chemin de fer permettent de voir le Rhétien (1) ; un peu à l'Est, dans la chaîne de collines dite des « 99 Sommets », nous avons rencontré des schistes lie de vin et des grès qui, par leur aspect, nous rappelaient plutôt le Trias, mais d'après M. Fournier, Résident de France à Phu Lang Thuong, du charbon aurait été trouvé, ce qui indiquerait que le Rhétien s'y rencontre ; il n'y a dès lors, aucune raison pour ne pas rapporter toute cette chaîne au Rhétien.

A propos de ces collines nous remarquerons que le tronçonnement transversal de ces crêtes n'est pas imputable à l'érosion seule ; à l'extrémité Est du Nui Nhan Bien, la plus orientale de ces hauteurs, qui sont dirigées Ouest-Nord-Ouest Est-Sud-Est, les couches s'inclinent vers l'Est-Sud-Est (2) c'est-à-dire vers l'extrémité libre, tandis que plus à l'Ouest, les couches sont orientées comme la chaîne.

VI. — Le Néogène

Nous rappellerons qu'il existe un petit bassin néogène aux environs de la rade de Port-Courbet, nous avons décrit précédemment les schistes bitumineux et les lignites de Cho Thoi. Ils sont adossés au Rhétien et très peu inclinés, ils s'orientent, comme les autres bassins néogènes du Tonkin, suivant la direction du Fleuve Rouge.

Dans cette région, les côteaux qui s'étendent au fond de la rade, en avant des calcaires anthracolithiques paraissent correspondre d'après leur aspect, à une ancienne surface d'abrasion marine, le Néogène se prolonge peut-être de ce côté.

(1) Plus à l'Ouest, du charbon a été signalé à Phu Yen, au confluent du Song Cau et du Song Thiep [Zeiller 1903. — p. 3].

(2) Il n'y a pas lieu de craindre un balancement des couches, ces pendages ont été relevés sur les deux versants d'une vallée transversale séparant le Nui Nhan Bien de la crête du Nui Con Voi.

CHAPITRE V

LA RÉGION DE MONCAY

Une grande homogénéité de structure et de composition s'observe de Tien Yen à Moncay. A l'Est seulement apparaît un élément nouveau, le granite qui affleure surtout en Chine.

La formation la plus ancienne consiste en schistes satinés, phyllades et quartzites non datés, ils sont toujours très redressés, souvent verticaux, leur direction est à peu près constante voisine du Nord-Est, ils sont inclinés tantôt vers le Nord-Ouest, tantôt vers le Sud-Est. Ces terrains apparaissent dans la région de Tien Yen, ils deviennent beaucoup plus visibles au Nord-Ouest de Moncay. On assiste d'ailleurs, ici, à un dédoublement de leur orientation ; une partie des schistes prend une direction qui passe au Nord des granites, l'autre une direction passant au Sud.

Ces schistes satinés supportent un complexe plus ou moins détritique que son faciès et sa position par rapport aux Rhyolites permet de considérer comme triasique. Il se compose de schistes lie de vin, de phyllades gris pourpre, de grès clairs, de quartzites lie de vin, de poudingues, ceux-ci près de Thanh Poun sont pourpres et à galets de grès noir, en général ils sont gris plus ou moins verdâtre ; ils sont très différents, comme aspect, de ceux du Rhétien du Dong Trieu. A Na Pa, au pied de la Petite Mamelles, on trouve, au milieu des Poudingues, une couche contenant du charbon. Ces poudingues ont une grosse influence sur le relief, on les trouve dans les premières crêtes élevées qui dominent les collines basses de la région littorale, pourtant ils n'en constituent pas toujours toute la masse, ils y alternent avec des grès et schistes de faciès triasique ; ce n'est qu'au Sud-Ouest de la Petite Mamelles que nous en voyons de grosses accumulations formant à elles seules toute l'épaisseur de la chaîne.

Cette formation, parfois totalement redressée, supporte la masse énorme des Rhyolites qui s'étend au Nord-Ouest. A l'Ouest du poste de Bac Phong Sinh (Pe Fong Cheng), on la retrouve au Nord de la roche éruptive qui lui est encore superposée. Les Rhyolites forment un massif

imposant, ayant au moins 18 kilomètres de large. Plusieurs problèmes se posent à leur sujet.

En général, la roche est une rhyolite gris bleuté ne différant pas de celles qui se rencontrent dans le pays de Lang Son, au Nord du Bac Son, au Tam Dao ou, plus près, dans la région de Pho Ba Ché. Près du poste d'Hoanh Mo, plus en amont dans la vallée du Song Tien Yen et en suivant le chemin allant au col de Lang Tu, se trouve une roche d'aspect très différent, facile à confondre à première vue avec un granite ; le microscope permet d'y reconnaître de superbes micropegmatites. Un peu au Nord du col de Lang Tu, nous avons recueilli des échantillons qui paraissent plus grenus que les rhyolites ordinaires et qui sont en effet des microgranites plus ou moins fins. Des roches identiques se recueillent ailleurs en quelques points du massif, la route de Tien Yen à Binh Lieu les rencontre. L'origine et la valeur de ces roches sont des problèmes qui se posent de la même façon, mais moins nettement au Tam Dao ; MM. Jacob et Dussault ont, d'ailleurs, observé des faits analogues sans résoudre la question ; ces auteurs [1925. — p. 118] écrivent : « Des roches granitoïdes se montrent au sein des « masses rhyolitiques du Pou San dans le Tran Ninh tout comme dans « le Thanh Hoa, tout comme au Sa Phin ; ces roches granitoïdes ont, « à l'œil, l'aspect de granite à mica noir. » Précédemment M. Jacob [1921. — p. 165] avait, en effet, signalé dans le Ta Léo (Thanh Hoa), une granulite pegmatique très acide, non recueillie en place, et dans le Sa Phin [p. 168] des roches pseudo-grenues en plein cœur des rhyolites. Les micropegmatites d'Hoanh Mo semblent n'apparaître que grâce aux profondes saignées du Song Tien Yen et du torrent, ce serait donc un faciès de la roche éruptive dû à la cristallisation lente à l'abri d'une épaisse couverture à moins qu'il ne faille faire intervenir des phénomènes de pneumatolyse qui auraient amené une recristallisation et n'auraient pu se produire que loin de la surface. L'influence de la pneumatolyse dans la genèse des micropegmatites de la région de Moncay nous paraît mise en évidence par la présence de micropegmatite extrêmement fine dans une rhyolite fluidale où elle remplit de minces lithophyses parallèles aux lits d'écoulement et où elle est intimement associée au fond de la roche ; celle-ci a cependant une signification différente de celles qui nous occupent. Nous reviendrons sur ces questions dans la partie lithologique de notre travail.

Les micropegmatites de la route de Tien Yen à Hoanh Mo ont une situation moins nette. Il est regrettable que l'on ne rencontre, en général, que des blocs déplacés et que l'on ne puisse pas suivre le passage d'un terme à l'autre. On peut cependant remarquer, qu'en suivant le chemin du col de Lang Tu, l'on rencontre les micropegmatites mais qu'en s'élevant sur le flanc de la vallée jusqu'au petit hameau de Na Mang, l'on ne trouve plus que des rhyolites ; de même, on rencontre à un détour du chemin, une cascade dans les rhyolites, tandis que plus près de la vallée principale, au Nord et au Sud se trouvent encore les micropegmatites ; enfin, à la terminaison Sud de l'affleurement, nous avons

noté et récolté des échantillons correspondant à un passage d'une roche à l'autre : tout d'abord une vraie micropegmatite plus fine ; 200 mètres après, un microgranite ; et 500 mètres après celui-ci, de vraies rhyolites. De semblables observations peuvent se faire sur la piste frontière à mi-chemin entre Hoanh Mo et Bac Phong Sinh. Nous pouvons ainsi admettre que *la micropegmatite se trouve sous la rhyolite et qu'il y a passage progressif d'un terme à l'autre*. Tous deux, dans la vallée descendant du col de Lang Tu peuvent contenir de l'amphibole. Des micropegmatites recueillis entre Hoanh Mo et Bac Phong Sinh renferment du pyroxène. Le faciès granitoïde attribuable à une lente solidification peut localement correspondre à des dômes volcaniques.

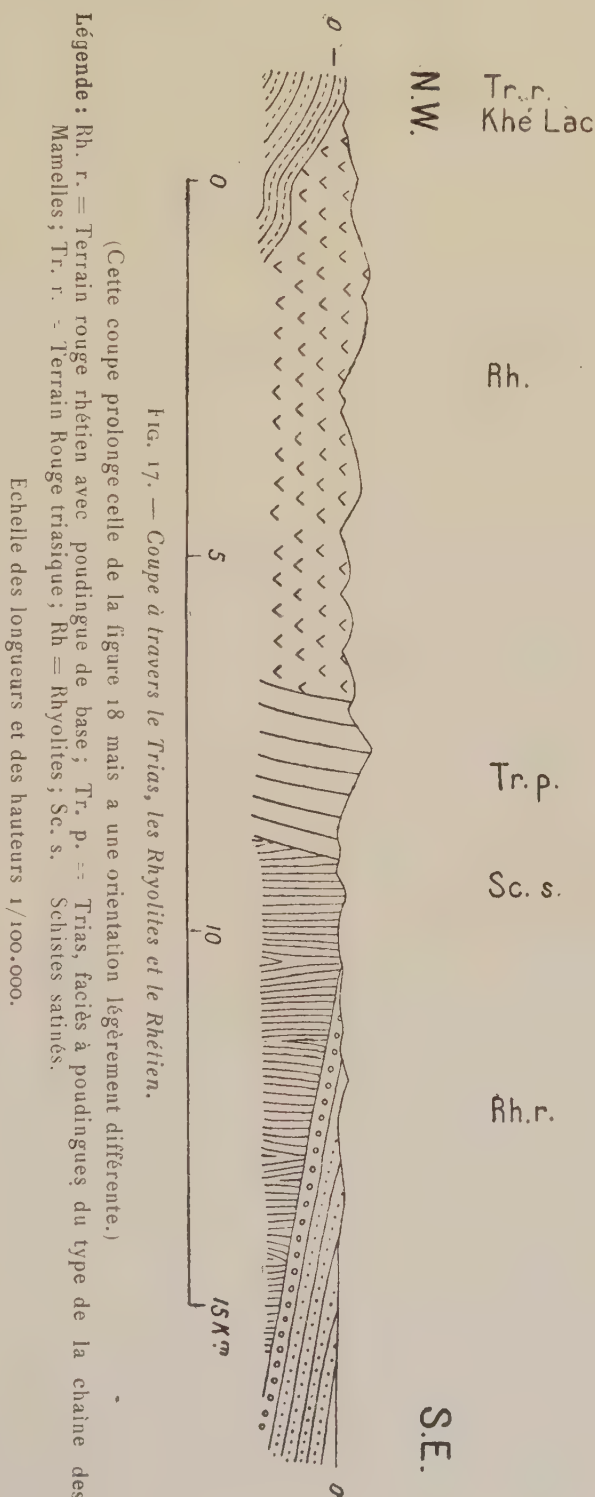
Un problème d'ordre stratigraphique se pose à son tour au sujet du massif rhyolitique. En allant de Tien Yen à Binh Lieu, on rencontre une bande de terrain sédimentaire comprise entre deux avancées du massif éruptif disposées comme des mâchoires. Tous les pendages observés sont vers le Sud. On a ainsi un terme triasique compris entre deux niveaux de rhyolites ; ce Trias admet plusieurs niveaux de Terrain Rouge, ce faciès règne presque sans partage au sommet (1) ; à la base, dominant, au contraire, des grès et des schistes alternant souvent en bancs très minces ; les schistes sont noirs et s'altèrent en blanc, ils rappellent les schistes d'An Chau ou ceux du Terrain houiller ; ils contiennent d'ailleurs, des empreintes d'*Estheria* ; une coulée de verre rhyolitique, gris ou noir, parfois à structure perlitique, y est interstratifiée près de la Cascade, elle atteint une quarantaine de mètres d'épaisseur. Dans le prolongement de cet affleurement nous avons trouvé un banc de verre rhyolitique interstratifié dans des schistes gris et n'ayant que 30 centimètres d'épaisseur. A Ha Lau, on voit des ripple-marks et de mauvaises empreintes végétales, nous sommes en présence de dépôts tout à fait littoraux. Au Nord-Ouest, de l'autre côté de l'apophyse rhyolitique de Binh Lieu, une succession analogue forme le second versant de l'anticlinal, cet ensemble sédimentaire est donc supérieur aux rhyolites de Binh Lieu et inférieur à celles du Sud. Les deux masses éruptives se confondant à l'Est, il faut admettre que les épanchements se sont produits sans arrêt à l'Est, tandis qu'à l'Ouest ils ont été séparés par un épisode marin. Au Sud-Est, la limite de cette intercalation est rectiligne, son prolongement au Nord-Est, au delà du massif éruptif, correspond au contact entre les schistes, quartzites et poudingues de Bac Phong Sinh et l'avancée orientale des rhyolites. Le Trias du Sud de Binh Lieu serait donc également l'équivalent latéral de celui rencontré au Sud aux Grande et Petite Mamelles. La moitié sud-orientale du massif éruptif correspond donc à un synclinal, tandis que l'autre forme, en gros, anticlinal. Ainsi

(1) Le long de la route de Binh Lieu, nous n'avons, en effet, rencontré à ce niveau que des schistes lie de vin et des grès ; ce n'est que plus à l'Est, à Khé Lac, que nous avons trouvé, à 200 mètres environ de la masse éruptive, des schistes noirs inférieurs à des schistes lie de vin supportant des grès.

se comprend la localisation des micropegmatites pseudo-grenues dans la partie Nord-Ouest ou sur le bord de l'autre partie à Khé Lac (1).

Nous avons dit, il y a quelques instants, que nous considérons la formation de poudingues et de schistes lie de vin comme triasique d'après son faciès et sa position par rapport aux Rhyolites. Ce que nous venons de dire au sujet de l'équivalence du Terrain Rouge triasique de la région de Van Mai et de Khé Lac, des poudingues de Bac Phong Sinh

(1) Un échantillon roulé recueilli à Khe Dai, près de Na Pa Xa, provient peut-être de la limite sud-orientale du massif, c'est-à-dire encore de la base de la partie synclinale. Cependant la position des micropegmatites de Khé Lac en bordure même du massif, reste, à nos yeux, assez troublante ; nous nous expliquons mal le contact de la roche pseudo-grenue et des terrains sédimentaires subordonnés. Cette juxtaposition résulte peut-être d'une faille qui cadrerait fort bien avec l'allure rectiligne du contact, expliquerait l'absence des poudingues sous les rhyolites et pourrait être rapprochée de la présence de la source sulfureuse ; nous n'avons rien remarqué d'anormal dans cette région et ne faisons que signaler la possibilité d'existence d'un tel accident.



et de ceux du versant méridional de la chaîne confirme l'attribution de ceux-ci au Trias, cette équivalence se trouve d'ailleurs vérifiée par l'association intime des schistes lie de vin et des poudingues entre les deux Mamelles. Sur le bord méridional de la masse éruptive, la position des poudingues sous les rhyolites est très nette, mais ils sont parfois verticaux et l'on serait très autorisé à craindre un renversement si la superposition des rhyolites n'était pas évidente des deux côtés de la masse, à Bac Phong Sinh au Nord et à Tan Mai au Sud ; ces poudingues sont donc inférieurs aux rhyolites du Sud, supérieurs aux autres (1).

Ayant ainsi élucidé l'âge de la formation des Poudingues, nous pouvons aborder l'étude des schistes satinés qui leur sont inférieurs. Il s'agit en réalité d'un complexe auquel nous rattachons des schistes qui ne sont pas satinés, la plupart le sont à peine et cette appellation n'entraîne pas l'existence de séricite. Certains sont noirs mais non charbonneux, d'autres sont panachés, d'autres ont un aspect gras luisant et le microscope montre qu'il s'agit simplement d'argile cristalline ; il existe aussi des grès schisteux ou non.

A 4 kilomètres de Tien-Yen, en suivant la route de Binh Lieu, on rencontre, après le gué d'Ao Tu, des schistes lie de vin que l'on reconnaît, au microscope, être des tufs rhyolitiques ; ils sont inférieurs aux rhyolites ; un peu à l'Est, les rhyolites reposent sur un poudingue vert, celui-ci est supporté par des grès quartzifiés et écrasés ayant la même direction ; ces quartzites contiennent un peu de séricite, leur teinte résulte d'un mélange de gris et de lie de vin ; il est tout à fait logique d'admettre que ces quartzites satinés appartiennent à la même série que les poudingues supérieurs et probablement concordants.

Une roche grise, identique et contenant des quartz provenant peut-être de rhyolites, se trouve en pleine série des schistes satinés près de Moncay. Partout où nous avons rencontré cette série, elle supporte les rhyolites le plus souvent par l'intermédiaire de la série des poudingues ; mais les couches des deux formations sont généralement si inclinées qu'il est impossible de dire s'il y a vraiment concordance. Dès lors, il est possible de considérer les schistes satinés comme un terme du Trias inférieur aux poudingues, mais, peut-être, y a-t-il, comme près de Port-Courbet, deux séries de roches satinées ; dans la région de Moncay, nous ne pouvons pas, en l'état actuel de nos connaissances, établir l'existence de deux séries. Cet ensemble schisteux paraît avoir une grande épaisseur, mais les couches étant souvent verticales, on ne peut ni

(1) Nous avons recherché la présence d'éléments rhyolitiques ; les préparations assez nombreuses ne nous ont rien donné de net, certains grès noirs paraissent être des tufs à débris de rhyolites plutôt que de simples schistes gréseux ; la présence de quartz corrodés est douteuse. Une des préparations renferme des morceaux de quartz contenant de la chlorite en petits cristaux trapus ; nous n'avons retrouvé ailleurs cette association très particulière que dans une roche nettement rhyolitique, peut-être un tuf, et dans un grès ayant probablement la même origine.

séparer les différents anticlinaux accolés, ni, par conséquent, évaluer l'épaisseur réelle de la formation.

Nous avons vu que les schistes satinés et le Trias sont très redressés, souvent verticaux. Une formation nettement transgressive les recouvre. Le fait, très évident, a été bien reconnu par M. Lantenois [1907. — p. 27], il est extrêmement net au Nord de la route de Ha Coi à Moncay. Ainsi en allant de Trang Vinh (Chan Van) à Nam Quat, on traverse des schistes presque verticaux et dirigés Nord-Est. Au Sud de Ly La, sur un versant orienté au Sud, apparaissent des poudingues posés sur les schistes ; bientôt les grès et poudingues en place indiquent un pendage de 10° vers le Sud. Tout aux environs, on aperçoit des blocs de ces roches conservés sur certains versants Sud comme des laisses de mer ; plus loin, apparaissent des schistes et des grès, c'est le Terrain Rouge rhétien ; les schistes sont lie de vin et ne sont pas fissiles, le pendage se maintient très faible et vers le Sud. Au milieu du Terrain Rouge, les schistes satinés peuvent reparaître dans le fond d'un thalweg, le fait s'observe à Hac Chan au Nord-Ouest de Moncay. Le poudingue de base de ce terrain rouge contient des galets de quartz ; celui-ci peut provenir des filonnets très abondants dans la formation inférieure.

Nous avons rappelé que M. Lantenois avait découvert à Chuc Phai San, près de la base de la formation, dans des schistes noirs, des empreintes de végétaux rhétiens. Près de Tien Yen, M. le Capitaine Allouchery a reconnu une formation charbonneuse au Nord-Est à Khé Va et au Nord-Ouest à Thac Than. Le charbon accompagné de calcaires, se trouvait dans des couches marneuses comprises entre les grès. A Thac Than et à Hai Luong, une couche de charbon avait plusieurs mètres d'épaisseur. Enfin, nous avons mentionné déjà le gisement d'anthracite de Cai Ba près de Dam Ha.

Le Terrain Rouge se rencontre jusqu'à Pointe-Pagode. Un échantillon rapporté par le Capitaine Allouchery, de 2 kilomètres au Nord-Ouest de ce poste, est un calcaire oolithique ferrugineux ; personnellement, nous avons reconnu au Nord de ce poste, des schistes marneux. Le pendage est toujours très faible ; dans la région de Tien Yen comme près de Moncay, il ne dépasse pas 10°. Il peut parfois, entre ces deux points, atteindre 20°.

A 10 kilomètres de Moncay, pointe le granite ; nous ne connaissons que le bord du massif qui est presque entièrement en territoire chinois où nous n'avons pénétré que très peu. Nous avons reconnu au Nord une masse principale de granite et au Sud une digitation probable du massif. Autour du granite, existe une auréole métamorphique extrêmement nette de cornéennes plutôt que de micaschistes, elle n'atteint pas plus de 500 mètres de largeur au maximum, la schistosité des cornéennes est parallèle à celle des schistes satinés voisins, tant au Nord du massif qu'au Sud de son apophyse. Un petit coin de quartzite à muscovite peut-être métamorphisé et de schistes sans mica s'enfonce au Nord de l'apophyse, il est séparé du granite par une zone de cornéennes. Nous em-

ployons le terme de cornéenne de préférence à celui de micaschiste, pourtant ces roches ne sont pas parfaitement conformes au type ordinaire ; elles sont en effet litées et leurs micas sont plus ou moins nettement orientés, mais leurs éléments, en particulier ces micas, sont très fins et la cassure est celle de roches compactes non de micaschistes ; à l'œil comme au microscope, ces roches rappellent tout à fait certaines cornéennes charriées que nous rencontrerons au Nord de Cho Chu, elles rappellent également les cornéennes du Pia Oac récoltées par M. Bourret ; à l'œil, les micas se présentent en taches comme ceux des roches de contact et non comme ceux de vrais micaschistes.

Au Sud, en suivant la rive chinoise de la rivière de Moncay, on observe parfaitement la succession : granite, cornéennes, schistes tachetés, schistes satinés. A l'Est, la route de Than Poun permet de voir des granites puis de vrais granites encore, mais à grain plus fin (1), à 30 mètres au plus de ceux-ci, des cornéennes, puis des schistes ordinaires à moins de 300 mètres du granite.

Nous sommes donc en présence d'une auréole de métamorphisme de contact extrêmement nette.

Près du bac de Dai Vai, nous avons observé du granite écrasé simulant un gneiss, sa vraie nature se reconnaît au microscope et même à l'œil nu. Le granite ordinaire est lui-même assez écrasé ; riche en biotite, il contient de l'oligoclase noyée dans un microcline ; le granite écrasé contient de l'amphibole ; les cornéennes peuvent être à deux micas, comme celle qui s'observe sur la route de Thanh Poun, au Sud de Tsan Toungh.

Nous avons dit que la direction des schistes satinés se dédouble près du granite. A 5 kilomètres du massif, ils sont encore Est-Nord-Est, tandis qu'au bord du massif, les uns sont Nord-Est, les autres Est-Sud-Est ; dans le territoire de schistes qui pénètre en coin entre les deux avancées du granite, les cornéennes ont une orientation intermédiaire, elles offrent d'ailleurs dans le détail une disposition en lentilles imbriquées rappelant la structure torrentielle, cela résulte certainement des dislocations dues aux efforts orogéniques.

Quel est l'âge de ce granite ? Il est séparé du Terrain Rouge rhétien par des affleurements de schistes satinés, malgré cela on peut dire qu'il est certainement antérieur à la transgression rhétienne ; en effet, le Terrain Rouge s'avance au delà du col de Vong Ngau Nong Hao, en formant entablement (cote 158), il s'approche à 200 ou 300 mètres du véritable granite en conservant sa régularité caractéristique et son faible pendage Sud. Il est inadmissible que le granite ait pu monter ou se former sans que ces strates aient été dérangées ; les écrasements constatés dans le granite contrastent d'ailleurs avec cette tranquillité de la couverture transgressive. Le granite est donc antérieur

(1) L'ordre de cristallisation n'apparaît pas nettement, les quartz ont d'ailleurs des extinctions très onduleuses, il semble qu'il y ait tendance à l'interpénétration du quartz et du feldspath.

au Terrain Rouge rhétien. Etant donnée l'allure des schistes satinés et la continuité de l'auréole métamorphique, le granite est sûrement postérieur à ces schistes, ceux-ci ne sont malheureusement pas datés, on sait seulement qu'ils sont antérieurs à la formation des schistes et poudingues triasiques.

La schistosité des schistes satinés ayant partout une direction extrêmement voisine de celle du Trias très plissé, sinon une direction identique, est attribuable aux grands efforts tangentiels que le pays a subi vers la fin du Trias et le début du Rhétien ; comme la direction des schistes bifurque au voisinage du granite, il convient d'admettre que celui-ci est antérieur ou au plus contemporain de ces efforts. Il est donc permis de se demander si ce granite ne serait pas antérieur aux Rhyolites et n'aurait pas arrêté son ascension lorsque les éruptions ont commencé, suivant une vue exposée par Suess [1918. II. — p. 1482] : un filon atteint le jour, un volcan se forme, les gaz affluent, le mouvement d'expansion du batholite s'arrête. Le granite pourrait être aussi contemporain des Rhyolites, le magma n'ayant pas trouvé d'issue dans la région granitique.

Les poudingues de la chaîne des Mamelles ont été énergiquement plissés, ils sont redressés verticalement à l'Ouest de la Petite Mamelles, ils y sont même parfois laminés et on y observe alors des lits de cailloux très étirés.

Plus au Nord-Est, au Nord de Trang Vinh (Chan Van), on trouve des poudingues fins à quartz écrasé ; plus loin encore, au Sud du poste de Thanh Poun, il y a aussi des poudingues broyés. Nous avons recueilli, parmi les galets roulés par les torrents de la région des Mamelles, des rhyolites litées ; contrairement à notre attente, le microscope nous a montré que leurs quartz avaient des extinctions très nettes, il s'agit de roches rubanées de coulées, mais ce caractère n'exclut pas la possibilité de plissements énergiques, il n'a été noté que sur quelques échantillons et nous avons constaté un écrasement très net dans une micropegmatite.

Au Nord de Tien Yen, l'effort dirigé vers le Sud-Est a provoqué un renversement dans la région de Binh Lieu ; au Sud de ce poste, autour de Ban Cao, existent des affleurements de Trias analogue à celui de Ha Lau, et de tufs ; à l'Est, ces terrains reposent normalement sur les rhyolites du Sud-Est, leur inclinaison n'est que de 20° ; mais à l'Ouest ils ont un pendage de 60° et sont ainsi recouverts par les rhyolites du Nord-Ouest. Au Sud, les directions changent et correspondent à la disposition en cuvette de ces affleurements ; il y a là un synclinal renversé, entouré de toutes parts par la roche éruptive, celle-ci supporte au Nord-Ouest un tuf ou une sorte d'arkose rhyolitique à quartz corrodés, brisés par écrasement.

Ce synclinal de Trias devait s'étendre vers le Nord-Est, c'est la présence de cette charnière, qui paraît expliquer pourquoi, en amont de Binh Lieu, le Song Tien Yen coule au milieu des rhyolites tandis qu'il

se serait creusé facilement une vallée monoclinale à moins de 2 kilomètres de là, en bordure du massif.

Tandis qu'à l'Ouest, la poussée s'est exercée vers le Sud-Est, à l'Est, c'est-à-dire au Nord-Ouest de Moncay, l'effort a été vers le Nord.

Au Sud de Thanh Poun, les faits sont, en effet, tout différents des précédents ; au Nord du village de Tan Mot Can, on constate que les schistes satinés et les schistes et grès du Terrain Rouge triasique sont inclinés vers le Sud et que les Schistes satinés doivent ainsi reposer sur le Trias. Près du contact des schistes satinés et des schistes du Terrain Rouge s'observe un schiste bréchoïde lie de vin ; parfois, il semble que les deux formations se soient interpénétrées.

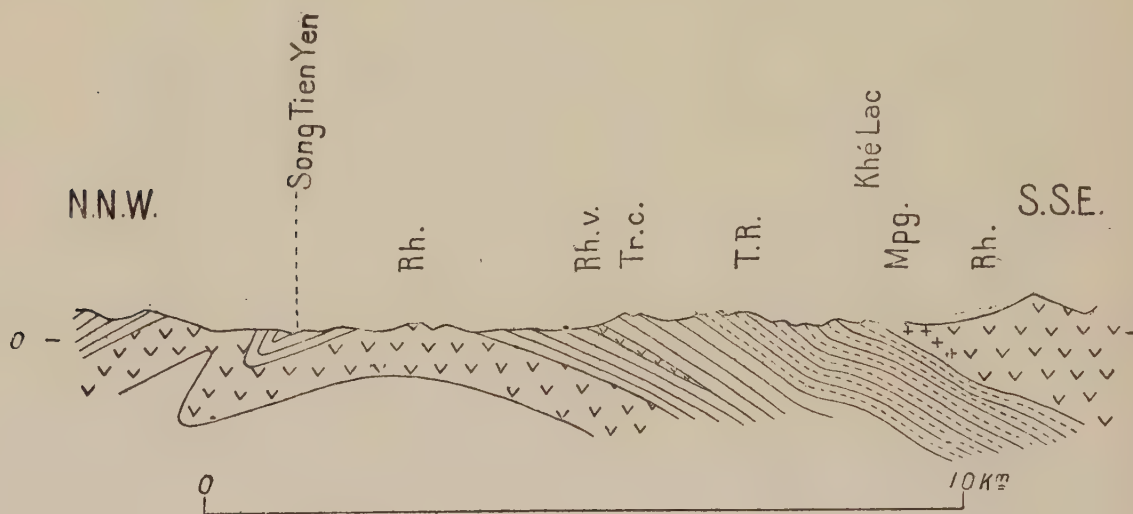


FIG. 18. — Coupe à travers le Trias et les Rhyolites au Sud de Binh Lieu (cf. fig. 17).

Légende : Rh. v. = Rhyolites vitreuses ; Rh. = Rhyolites ; Mpg. = Micropegmatites ; T. R. = Terrain Rouge triasique ; Tr. c. = Trias, faciès d'Añ Chau ou ordinaire, avec arkoses de rhyolites au Nord-Ouest des rhyolites, sur les deux versants de la vallée du Song Tien Yen, ainsi qu'entre les rhyolites et leur coulée vitreuse.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000

Au Nord de ce contact, le complexe de grès clairs, quartzites et schistes lie de vin, phyllades gris pourpre et poudingues pourprés à galets de quartzite noir, parfois broyés, qui forme le Than Poun Leng, possède le même pendage. Il y a donc ici renversement, mais à rebours de ce qui avait lieu plus à l'Ouest. Cette inversion est parfaitement conforme au plan général du pays ; en effet, la chaîne formée par le Pa Nai, le Ma On San et le Than Poun Leng, est convexe vers le Nord ; la chaîne des Mamelles était au contraire convexe vers le Sud. La même inflexion se produit dans la chaîne des îles du littoral, elle est indiquée par l'arc des îles du Château Renaud et du Kersaint. Ce *renversement dans le sens*

du plissement, concordant avec l'inflexion de l'arc, est des plus intéressant à constater (1).

Il n'est pas impossible que des renversements et des chevauchements aient amené des répétitions dans cette série du Than Poun Leng ; (2) le chemin passant à l'Ouest de cette montagne permet seulement d'observer une couche de poudingue broyé, tandis que la tranchée de la route qui passe à l'Est de la montagne, montre, à deux reprises, des couches verticales et, en un point, un chevauchement de schistes lie de vin et de quartzites subverticaux par des couches moins inclinées ; le plan de dislocation est en gros incliné de 45° vers le Sud, de ce côté s'observent bien, pendant quelques dizaines de mètres, des couches disloquées en coins ou en lentilles ; cette poussée a bien eu lieu vers le Nord. Le complexe rencontré à l'Est est le même qu'à l'Ouest, toutefois il n'est pas possible de faire correspondre les couches une à une, cela peut tenir aussi bien à une disposition lenticulaire originelle qu'à des dislocations, les deux hypothèses sont admissibles. Notons que l'itinéraire Est rencontre seul les rhyolites (3). Toutes les couches ne sont pas renversées dans ce segment de l'arc, on rencontre au Sud de la chaîne, entre Tan Mot Can et le poste de Tan Mai, des pendages vers le Nord et vers le Sud, il y a là des plis très serrés au sein des schistes satinés.

Des poussées aussi fortes, dans un sens ou dans l'autre, ne se sont pas produites sans quelques failles. Au petit affleurement de charbon qui a été l'objet de recherches près de Na Pa au milieu des poudingues triasiques, on peut voir une petite faille de chevauchement avec étirements.

Le Trias situé entre Tien Yen et Binh Lieu accuse beaucoup moins l'influence des efforts tangentiels, nous n'avons noté qu'un exemple de surface de friction dans les schistes près de la cascade de la route de Binh Lieu à Tien Yen ; à côté les couches sont régulières.

Les veines de quartz sont très abondantes dans certaines formations de la région de Moncay ; elles sont parfois petites et innombrables. Les schistes satinés sont particulièrement riches en quartz, celui-ci est sou-

(1) L'effet de ce changement dans le sens de la poussée se fait peut-être sentir déjà au Nord de Tien Yen, il faut remarquer à ce sujet la dyssymétrie du synclinal au Sud de Khé Lac (Figure 17).

(2) M. Lantenois (renseignements inédits) avait autrefois pu noter des apparences vagues de faille de chevauchement, il se demandait s'il n'y avait pas plusieurs plis couchés.

(3) C'est justement à l'endroit où le massif rhyolitique s'amincit au point de disparaître presque complètement, que se produit le renversement, on peut donc songer à l'expliquer par une poussée au vide ou par une plasticité plus grande des schistes et poudingues interstratifiés ; par contre, on doit se demander, si ce n'est pas justement la poussée plus forte qui aurait amené les rhyolites à une altitude plus grande où elles n'auraient pas pu résister à l'érosion. On peut, d'autre part, supposer qu'il existe une relation entre la proximité du granite et l'intensité du plissement qui indiquerait une poussée au sein d'une masse plus profonde.

vent disposé parallèlement à la schistosité ; on en voit de bons exemples près de Tan Mai et de Trang Vinh ; d'après la disposition des veinules, il s'agit de quartz injecté, non de filonnets antérieurs qui auraient été laminés et étirés avec les schistes. Des filonnets de quartz s'observent aussi dans les poudingues triasiques qui ont subi les mêmes compressions.

Le Terrain Rouge rhétien de la côte est au contraire extrêmement pauvre en filons de quartz, nous en avons pourtant rencontré au sein de schistes lie de vin rhétiens à l'Est de Tien Yen ainsi qu'au Nord de Dam Ha.

En dehors de l'intérêt théorique, cette localisation des venues de quartz peut avoir une conséquence pratique. Le quartz accompagne les venues de stibine, minerai fréquent dans la région de Moncay. Dans une exploitation abandonnée au Sud-Est de Tan Mai, les filons de quartz exploités sont dans les schistes satinés, nous ne les avons pas retrouvés dans la couverture transgressive. D'après M. Lantenois, de la stibine plombifère, avec oxyde d'antimoine, se rencontrerait en mouches ou pépites au milieu d'un poudingue gris quartzeux de la région de Than Poun ce qui tendrait à indiquer une venue antérieure à cette formation triasique. Par contre, à la mine d'antimoine de Cau Phong, il a semblé à M. Lantenois que les filons de quartz étaient dans les grès de la base du Rhétien transgressif à strates peu inclinées. Si le quartz à stibine montait dans cette formation, il faudrait admettre qu'il a pu y avoir enrichissement au contact des deux terrains ; la richesse en quartz des terrains très plissés s'expliquerait parce qu'ils auraient subi plus de fois des efforts orogéniques. Mais, à notre avis, les venues filoniennes de stibine sont antérieures au Rhétien transgressif.

Nous avons retrouvé une source sulfureuse qui avait été signalée par M. le Capitaine Allouchery, à Khé Lac entre Binh Lieu et Tien Yen ; elle sourd au milieu des micropegmatites, dans le lit d'un ruisseau, et ne débite que quelques litres à la minute ; sa température est voisine de la moyenne du pays, il se peut que le soufre provienne de l'altération des pyrites.

CHAPITRE VI

LA RÉGION DE PHO BA CHÉ — LE TERRAIN ROUGE A L'OUEST DE BINH LIEU

1. — La région de Pho Ba Ché

La région de Pho Ba Ché, qui correspond à peu près à la division administrative du huyen de Hoanh Bo, n'est, au fond, qu'une partie du pays d'An Chau, aucune limite géographique ou tectonique ne saurait être tracée. Nous l'étudions à part pour plus de commodité ; le principal caractère de cette région est l'existence de rhyolites au milieu du Terrain Rouge. A l'Ouest de leurs affleurements, l'aspect est exactement le même que près d'An Chau, c'est le même pays monotone de mamelons sans caractère, on ne doit faire exception que pour le Nui Khé Man, à 20 kilomètres Ouest-Nord-Ouest de Pho Ba Ché, cette pyramide aiguë se dresse comme le pic du Cervin au milieu des mamelons arrondis ; elle n'est pourtant formée que de grès rose à veinules de quartz, peu différent des roches voisines. Parfois, comme au Nord d'An Chau, il y a de petites passes de schistes gris vert clair au milieu des schistes lie de vin. Signalons encore comme particularité, toute exceptionnelle d'ailleurs, la présence de bancs de calcaire impur. Nous n'en avons noté que deux situés probablement sur le même alignement Nord-Sud, l'un d'eux est à 10 kilomètres à l'Ouest de Pho Ba Ché, il renferme des débris d'organismes macroscopiques. Enfin, il existe de véritables quartzites au sein du Terrain Rouge. Entre Khé Phêt et Bang Chuc, nous avons noté au milieu du complexe de Terrain Rouge vertical, un quartzite gris vert clair avec plages riches en muscovite. On est ici autant dans le vrai pays d'An Chau que dans celui de Pho Ba Ché.

A l'Est du méridien de Pho Ba Ché, le Trias a un faciès plus complexe, il est plus détritique et comparable à celui de la chaîne des Mamelles dans la région de Moncay. Comme ici, ce Trias avoisine d'une part des schistes satinés dont le plus large affleurement est au Sud-Est de Pho Ba Ché, d'autre part les Rhyolites auxquelles il paraît inférieur. Ce complexe se compose de schistes parfois très grossiers, clairs, gris, passant à des grès et même à un poudingue gris vert à petits galets,

enfin de schistes panachés brun vert et pourpre passant aux schistes lie de vin et de quartzites bariolés de même couleur comme on en rencontre ailleurs entre Tien Yen et Binh Lieu. Entre Pho Ba Ché et Tien Yen, au Sud du Pic de Ha Dong, lui-même formé de rhyolites, certains schistes lie de vin peu francs rappellent par leur aspect les rhyolites ou tufs écrasés de la région de Tri Lé. Presque au contact du principal affleurement de schistes satinés, au Sud de Nam Kim, existe un poudingue à galets de quartz, qui pourrait être considéré comme un conglomérat de base, mais il y a d'autres poudingues plus élevés dans la série, on en trouve des traînées Nord-Sud à 6 ou 7 kilomètres à l'Ouest de Tien Yen. Toute cette série triasique est d'ailleurs très redressée, souvent verticalement ; la stratigraphie y est impossible ; à l'Est du Pic de Ha Dong, M. le Capitaine Allouchery a découvert une couche de charbon dans des schistes, entre deux termes de Terrain Rouge, nous ne l'avons pas retrouvée, mais à moins de deux kilomètres au Nord nous avons observé des schistes rappelant les couches charbonneuses d'An Chau ou celles du Rhétien. Les schistes à charbon n'ont donné au Capitaine Allouchery que des fossiles sans valeur, le Terrain Rouge triasique, malgré ses patientes recherches, ne lui a rien livré ; nous n'avons pas été plus heureux. La présence de charbon est un caractère qui rapproche encore ce Trias de celui de la chaîne des Mamelles.

Au voisinage de terrains aussi plissés, il n'est pas étonnant de trouver des rhyolites à quartz écrasé, au Sud-Est de Pho Ba Ché par exemple. Loin au Sud-Ouest de ce point, une rhyolite litée possède au contraire des quartz à extinctions très franches. Nous n'avons pas trouvé ici de micropegmatite en place, mais un échantillon roulé de cette roche, possédant un gros grain. Certains épanchements sont intercalés dans le Terrain Rouge ordinaire.

Dans un précédent chapitre, nous avons étudié le passage du Trias de Lang Son au Terrain Rouge d'An Chau. Pour définir la région de Pho Ba Ché, nous pouvons dire que l'on y voit la limite entre le Trias de Moncay et le même Terrain Rouge. Le Trias qui, près de Pho Ba Ché, est inférieur aux rhyolites, est, en effet, le même que celui de Moncay ; il diffère de celui du pays de Lang Son. Par leur position et par la présence de micropegmatite, on peut aussi rapprocher les amas rhyolitiques de Moncay et de Pho Ba Ché et les opposer à ceux de Lang Son.

Le principal amas de rhyolite s'étend immédiatement au Sud de Pho Ba Ché ; il est inférieur au Terrain Rouge du type d'An Chau, supérieur au Trias du type de la chaîne des Mamelles. Les autres sont plus réduits, souvent dans la montagne et inaccessibles ; ils paraissent jalonner 3 arcs correspondant à des anticlinaux.

Dans la région du Pic de Ha Dong, le Trias du type des Mamelles est, en gros, dirigé Nord-Sud, tandis que la schistosité des schistes satinés situés au Sud-Sud-Ouest a une direction qui oscille à peine autour du Nord-Est. Quant au Terrain Rouge, il ne laisse voir, le plus souvent, que sa schistosité dont la direction oscille entre Nord et Nord-Est, parfois elle s'infléchit un peu vers le Nord-Nord-Ouest. En somme, il y a exagé-

ration d'une inflexion commencée plus à l'Ouest dans le pays d'An Chau. Les arcs indiqués par les rhyolites se conforment à cette torsion.

A l'Est, près de Tien Yen, le Trias de Pho Ba Ché supporte le Terrain Rouge rhétien ; au Sud, il disparaît sous les poudingues rhétiens.

II. — Le terrain rouge à l'Ouest de Binh Lieu

Le pays formé de terrain rouge qui s'étend à l'Ouest de Binh Lieu jusqu'à la route de Tien Yen à Dĩnh Lap, ne diffère, au fond, de ceux d'An Chau et de Pho Ba Ché que par son caractère plus montagneux. Une cote 1166 est indiquée au Nord-Est du col du Ngan Chi. Cette région ne présente pas d'intérêt spécial, nous n'en dirons que quelques mots afin de faciliter l'étude l'accident de Lang Son-Tien Yen.

Le Terrain Rouge repose à l'Est, sur les rhyolites de Binh Lieu par l'intermédiaire de Trias à faciès ordinaire. Entre Binh Lieu et le col du Ngan Chi s'observe un pendage vers le Nord-Ouest qui correspond à la direction du massif rhyolitique ; il est visible en un point grâce au rubanement des schistes, la schistosité n'est pas conforme à la stratification, elle est verticale et dirigée Nord-10°-Est. Un peu à l'Est du col, existe un anticlinal d'axe Nord Sud, qui correspond à la terminaison d'un synclinal d'axe Nord-Est. Plus à l'Ouest, reprend la direction Nord-Est, qui est fort nette près de Dinh Lap à la colline 678. Elle règne jusqu'au Mau Son, mais il y a parfois incurvation assez rapide de l'axe des plis, fait qui se produit également, d'ailleurs, dans la région de Pho Ba Ché.

Cette structure en anticlinaux et synclinaux qui se relaient, rend d'autant plus délicate l'étude des lignes directrices, que l'on ne distingue en général que la schistosité, que les sentiers sont très rares, qu'il y a de vastes espaces pratiquement inaccessibles.

Des failles avec rejet insignifiant (1 mètre) se voient dans la vallée du Song Ky Cong entre Ban Lu et Ban Van ; à l'Est du col du Ngan Chi, certaines couches paraissent tordues, des renversements locaux ne sont pas impossibles.

Au Sud-Est du col du Ngan Chi, les terrains sont particulièrement détritiques, on observe des grès et des poudingues à quartz rappelant ceux du Rhétien du Dong Trieu, ils sont interstratifiés dans le Terrain Rouge, mais sont à un niveau élevé ; on les trouve près de l'axe du synclinal ; des poudingues se retrouvent dans cette direction au Sud du col du Pai Chim Aï ; leur position et leur faciès n'interdisent pas de considérer ces termes détritiques comme rhétiens.

Au Nord-Est de Dinh Lap, à un niveau supérieur aux schistes et grès de la cote 678, le terrain ressemble souvent plus à une argile qu'à un schiste, il se fendille souvent à l'air comme de la chaux ; mais ce n'est pas une raison suffisante pour l'attribuer au Rhétien.

CHAPITRE VII

LE BASSIN NÉOGÈNE DE LOC BINH ET L'ACCIDENT DE LANG SON — TIEN YEN — KE BAO

Nous avons donné en étudiant la stratigraphie, des renseignements sur la composition du Néogène dans la région de Loc Binh ; nous avons dit, qu'en raison d'une similitude de faciès, il n'est pas possible de bien limiter les affleurements tertiaires. Ceux-ci sont surtout abondants dans la région basse qui s'étend au pied du Mau Son et dont la limite Sud-Est est presque rectiligne et très tranchée. La dépression a sensiblement la forme d'un triangle dont le plus grand côté serait Nord-Est, les couches observées à l'Est de Loc Binh ont à peu près cette même direction qui est celle des plis qui affectent le Terrain Rouge ; mais ceux-ci sont bien plus intenses que ceux du Néogène où nous n'avons pas observé de couches ayant une pente de plus 15°. Les petits affleurements de lignite tertiaire s'échelonnent vers Lang Son, le long du Song Ky Cong, suivant une direction normale à l'axe du bassin de Loc Binh. A 10 kilomètres au Sud-Est de Lang Son, au gisement de Ban Nga, Counillon a reconnu deux pendages, Nord-Est et Sud-Ouest, cette orientation est celle de l'alignement des lignites. Ceci nous amène à rechercher les causes déterminantes de cette direction Lang Son-Tien Yen. Nous avons vu qu'elle est très réelle et correspond à une suite de vallées plus ou moins importantes ; elle est très régulière, mais admet une légère inflexion au niveau de Loc Binh. Ce tracé est exactement suivi par la route de Lang Son à Tien Yen, suivons-la et recherchons si l'allure des couches explique cette direction.

Au Sud du Mau Son, les couches sont assez disloquées, certains pendages correspondent à la direction Nord-Ouest, d'autres s'en écartent peu, d'autre très sensiblement ; près de Dong Boc, on peut reconstituer des plis obliques par rapport à l'alignement ; ces faits ne nous éclairent pas.

Entre la dépression de Loc Binh et Dinh Lap, l'alignement n'est indiqué que par de petits cours d'eau ; près de Keo Oc, la vallée est profonde et resserrée, ce caractère est frappant et correspond à une érosion récente. On ne peut noter que très peu de pendages. Près de

Keo Oc, des schistes et grès alternant sont verticaux et dirigés Nord-Nord-Ouest c'est-à-dire conformément à l'accident ; à 5 kilomètres de là, à Quan Oung, la même orientation se retrouve, avec une inclinaison probablement faible, dans une alternance de grès et schistes lie de vin. Mais entre ces deux points, s'observent de petits anticlinaux distants de moins de 200 mètres et accusant une direction en gros Est-Ouest. Ces directions, même quand elles ne sont pas celles de l'accident, contrastent avec celles qui règnent au Nord-Est ou au Sud-Ouest de la route et qui sont respectivement le Nord-Est et le Nord, indiquant donc un rebroussement.

Notons en passant que la tranchée de la route rencontre en quelques points des terrains complètement bouleversés, des petites failles et des glissements d'origine tectonique certaine. Plus au Sud-Est, entre Cho Son et Pho Cu, les couches coupent très obliquement la direction de l'accident ; en aval de Pho Cu, les pendages de Terrain Rouge rhétien lui sont au contraire conformes. D'ailleurs, dans cette région de Tien Yen se rencontrent en formant rebroussement, l'arc de Moncay et l'arc du Dong Trieu. Les études ne sont pas assez avancées pour permettre de dire s'il y a véritable rebroussement ou enchaînement, on sait par l'exemple de certaines régions classiques combien cette distinction est souvent délicate ; le problème est ici rendu plus difficile par suite de la confusion des faciès du Trias et du Rhétien.

En aval de Tien Yen, la direction continue, bien marquée par la rive occidentale de la rade de Tien Yen ; puis très brusquement celle-ci se coude à angle droit, à la rencontre de l'arc insulaire, en butant contre le promontoire oriental de Kébao. La chaîne sud-orientale de Kébao ne subit aucune déviation à ce niveau, pourtant au Sud-Est on peut remarquer, dans le prolongement de l'accident, un léger rebroussement dans le tracé de l'arc des îles Ba Mun et aux Sangliers.

En face de Tien Yen, sur la rive droite de la rivière, le Terrain Rouge rhétien est incliné de 65° vers le Sud-Ouest, tandis que peu à l'Est, sur la rive gauche, le pendage est plus faible (20°) ; ce brusque changement paraît indiquer une flexure ou une faille ; à côté, nous avons, du reste, observé des morceaux de grès avec surfaces de friction. En aval, nous retrouvons des pendages vers le Sud-Ouest, mais plus faibles, la direction des couches est celle de l'accident ; à l'Est de Tien Yen, on assiste à une modification progressive de la direction des couches du Terrain Rouge rhétien, elle est Sud-Est à Tien Yen et devient peu à peu parallèle à la direction générale de l'arc de Moncay. Le pendage Sud-Ouest se retrouve à Pointe-Pagode. Plus au Sud-Est, nous avons suivi en sampan le rivage Nord-Est de Kébao, les grès du Terrain Rouge rhétien sont peu inclinés, leur direction est indécise avant de devenir Nord-Nord-Ouest puis de changer doucement en restant parallèle à la côte ; le pendage restant vers la mer, se raccorde ainsi à celui des couches de la chaîne de Kébao et augmente (60° à Port-Wallut). Il faut se demander si cette incurvation et ce raccord régulier ne sont pas attribuables au balancement des couches vers le large ; mais la régularité nous paraît trop

parfaite pour qu'elle soit attribuable seulement à cette déformation des couches (1). Cette côte Nord-Est paraît correspondre à une flexure, la côte occidentale de cette île paraît, d'ailleurs, correspondre aussi à un affaissement, c'est ainsi que le Terrain Rouge rhétien se trouve dans le canal de Cam Pha, interrompant la chaîne que constituent les poudingues inférieurs et qui paraît subir un ennoyage très rapide.

Des observations précédentes, malheureusement encore précaires, il résulte que cet accident correspond vers Tien Yen et vers Dinh Lap à un rebroussement des lignes directrices, que ces efforts de plissement se sont parfois produits normalement à cette direction ; il y a probablement aussi des failles avec redressement et des flexures le long de l'alignement ; cet effort s'est reproduit, affaibli, après le dépôt des lignites néogènes.

I. — Les lignites néogènes et la pénéplaine

M. Bourret [1922. — p. p. 58-61] a bien mis en évidence l'opposition qui existe entre la présence d'une pénéplaine à 1.000m. dans le Nord-Est du Tonkin et celle de Néogène plissé au niveau des vallées actuelles, soit à 200m. à Cao Bang, et devant, en profondeur, atteindre sensiblement le niveau de la mer. Une épaisseur de 1.000 mètres de sédiments est ici inadmissible, il faut admettre qu'un plissement a abaissé la formation jusqu'à son niveau actuel. Les lignites, étant plissées, sont antérieures à la pénéplainisation. Il est très simple d'admettre la succession des phénomènes suivants : plissements posthumes postérieurs et probablement aussi antérieurs aux lignites, entraînant leur localisation suivant certains alignements et leur enfoncement — pénéplainisation — mouvement épirogénique ou eustatique élevant la pénéplaine par rapport à la mer — nouveaux changements relatifs du niveau de base amenant le creusement des vallées actuelles.

II. — Le Song Ky Cong et la question de l'ancien lac de Lang Son.

M. Mansuy [1916. — 1] puis M. Bourret [1922. — p. 57] ont parlé de l'ancien lac de Lang Son. Il y a eu certainement un élargissement de la vallée de Song Ky Cong à Lang Son, correspondant à la large plaine alluviale actuelle. M. Mansuy a constaté des traces d'érosion avec encor-

(1) En un point situé à l'Ouest-Nord-Ouest de Port-Wallut, des grès ont un pendage Est-Nord-Est conforme à la direction de la côte qui forme un léger rentrant à l'Ouest de Port-Wallut, un jeu de diaclases verticales est, par contre, Nord-Ouest, c'est-à-dire conforme à la direction générale de l'accident.

bellement dans les calcaires aux altitudes relatives de 40 et 15 mètres ; ces surfaces érodées sont recouvertes par un dépôt ossifère dont nous avons discuté l'âge. M. Mansuy en concluait à l'assèchement préalable du lac, en effet ces dépôts ne sont pas aquatiques. M. Bourret prétend au contraire que ce lac est postérieur aux tufs ; « c'est à une époque « très récente que le Song Ky Cong a suffisamment entamé les barres « rocheuses qui forment encore des rapides tout le long de son cours, « en aval de Lang Son, pour arriver à le vider ; et la preuve en est non « seulement dans l'état encore peu avancé de l'érosion des barrages « du fleuve, mais aussi dans le fait que l'ancienne vallée du Song Ky « Cong, entre Na Cham et l'Est de Lang Son, est encore bien marquée ; « une seule cause sur laquelle nous allons revenir, les mouvements « de terrains, a pu fermer la vallée du fleuve, donnant ainsi naissance « au lac de Lang Son qui a subsisté pendant tout le temps que le Song « Ky Cong a mis à se creuser, dans des roches dures, le nouveau lit, « encaissé et sinueux, visiblement très jeune, qu'il occupe aujourd'hui ». A notre avis, le cours actuel résulte d'une capture par affluent, auparavant le Song Ky Cong coulait en ligne droite ; ces faits doivent s'expliquer, comme le suggère M. Bourret, par un plissement local qui aurait produit un barrage et par suite un lac (1).

La solution du problème dépend en grande partie de l'âge de la brèche ossifère ; s'il s'agit d'une formation néogène, il est invraisemblable de la considérer comme plus récente que la disparition du lac, et il n'y aurait aucune raison de faire correspondre les traces d'érosion antérieure à un autre lac plutôt qu'à un cours d'eau, leur altitude relative actuelle résultant dans cette hypothèse, d'un plissement de la région et de mouvements épirogéniques ou eustatiques ; nous venons en effet de voir qu'il y a eu plissement du Néogène avant la pénéplainisation.

Si, au contraire, on attribue la faune des Mammifères de Lang Son au Quaternaire, et cette attribution nous paraît la plus vraisemblable, il est permis de se demander, si le dépôt ossifère ne s'est pas formé sur les traces d'érosion correspondant au lac de Lang Son.

Quel que soit l'âge des brèches ossifères de Lang Son, la reconstitution de M. Bourret est donc possible, mais elle n'est prouvée que dans le cas d'un âge néogène. Telles sont les conclusions que permettraient les

(1) J'ai aussi entendu soutenir l'hypothèse que le Song Ky Cong aurait coulé en sens inverse et se serait jeté dans la mer près de Tien Yen, après un cours rectiligne. L'importance des apports terrigènes dans le golfe était invoqué, cet alluvionnement énorme n'aurait pu être attribué aux petits fleuves côtiers actuels. Il convient de remarquer que cet argument est sans valeur, la chaîne d'îles protège, en effet, très énergiquement les apports fluviaux qui se déposent en arrière. Les vallées étroites et profondes qui occupent la ligne Lang Son-Tien Yen au Sud-Est de Loc Binh contrastent d'ailleurs si nettement avec celle du Song Ky Cong en aval, qu'un renversement est inadmissible. C'est une erreur et en même temps une tendance naturelle et générale de l'esprit, que de vouloir raccorder dans le passé les diverses vallées qui occupent aujourd'hui un même synclinal ou une même fracture.

remarques de MM. Mansuy et Bourret ; nos observations sur le terrain nous engagent également à la prudence. Nous avons retrouvé, à Ky Lua, la caverne d'où M. Mansuy avait extrait des ossements, nous avons pu casser de la brèche à *Elephas* et *Stegodon* (1), elle repose bien sur des traces horizontales dues à la dissolution du calcaire par une nappe d'eau, mais celles-ci s'observent dans un couloir de quelques mètres aboutissant à une grotte basse et largement ouverte où la circulation de l'eau a produit un plafond parfaitement plan et large de plusieurs mètres ; à notre avis, cette érosion correspond à un ancien cours d'eau souterrain non à la berge d'un lac. Il n'est donc nullement prouvé que ce niveau ait été celui d'un fleuve ou d'un lac. Nous avons constaté sur un rocher voisin la présence de 4 ou 5 niveaux d'érosion compris entre la plaine alluviale et une hauteur relative voisine de 8 mètres, ces traces sont bien dues ici à une érosion par une nappe d'eau extérieure au rocher ; il se peut qu'aucune d'elles n'ait de relation avec le niveau recouvert de brèche ossifère. L'âge de la brèche et celui du lac sont donc jusqu'à nouvel ordre indépendants, ainsi que M. Bourret le présentait déjà.

Le plissement local ayant provoqué la formation de l'ancien lac de Lang Son nous ramène à une question laissée pendante, celle du fort relief du Mau Son. Il existe au Nord de cette montagne, c'est-à-dire au Nord-Est de Lang Son, près de la frontière chinoise, quelques ruisseaux encaissés ; le fait apparaît nettement sur la carte au 1/100.000 grâce aux courbes de niveau. Le contraste avec les formes topographiques voisines est frappant, il ne peut s'agir que d'un creusement récent. Mais il y a également opposition entre ces vallées et d'autres très voisines qui ne présentent aucunement le même caractère ; le surcreusement s'efface même à l'amont de ces ruisseaux. Il est donc permis de songer à des plissements locaux de faible amplitude comparables à celui qui aurait barré le Song Ky Cong. Peut-être faut-il y voir le dernier écho d'un effort tardif qui aurait rajeuni le relief du Mau Son (2), ce qui ne nécessitait d'ailleurs qu'un pli de très grand rayon de courbure. Il y a là un problème de morphologie qui exigerait l'étude des régions chinoises avoisinantes.

(1) Des mesures répétées au baromètre nous ont montré que les traces d'érosion supportant la brèche sont sensiblement au même niveau que la plaine la plus basse d'alluvions anciennes ; celle-ci est à dix mètres au-dessus du niveau des *basses eaux* du Song Ky Cong actuel.

(2) Remarquer à ce sujet (figure 11) que le pli couché du Mau Son a dû subir un plissement postérieur de faible amplitude.

CHAPITRE VIII

LES ENVIRONS D'HAÏPHONG ET DE DO SON. — LES ILES

I. — Les environs d'Haïphong et de Do Son.

Il y a très peu de choses à dire de cette région où le Paléozoïque et probablement le Rhétien ne forment que des collines au milieu des alluvions du Delta. La similitude de faciès de certains termes anté-ouraliens et des formations mésozoïques interdit de dater un affleurement isolé. Tel est le cas des collines de Nui Deo, au nord d'Haïphong, qui sont formées de grès rose. Le groupe de côteaux nettement orientés Ouest-Nord-Ouest qui s'étend plus au Nord, entre le Song Gia et le Song Da Bach est assez dense pour permettre de le considérer comme entièrement paléozoïque ; certaines collines sont formées de calcaires anthracolithiques (1), d'autres de quartzites, d'autres de calcaires et de quartzites ; la topographie est généralement très nette, les calcaires formant des témoins plus ou moins réduits sur les quartzites que l'on peut donc considérer comme anté-ouraliens et très probablement comme dévoniens. Le chaînon le plus méridional de ce groupe est parfaitement rectiligne et formé uniquement de schistes parfois lie de vin et de grès interstratifiés subverticaux. Dans la région au Sud-Ouest de Mao Khé, ces terrains seraient, par leur pendage, inférieurs aux calcaires situés plus au Nord ; au Nord de Lo Son, les calcaires paraissent redressés, même légèrement renversés et topographiquement inférieurs aux quartzites ; ils représentent donc probablement un synclinal légèrement déversé, compris entre deux termes dévoniens.

Les environs de Kien An rappellent tout à fait cette dernière région, on y rencontre des grès et schistes dévoniens et des calcaires dinantiens à la Montagne de l'Eléphant ; nous nous sommes étendus suffisamment

(1) M. Lantenois a signalé des Fusulinidés à Phi Liet ; personnellement nous avons trouvé *Schwagerina princeps* un peu plus au Nord, près des mines de Trang Bach.

sur la stratigraphie de cette région pour ne plus y revenir. Nous avons déjà dit que le contact du Carbonifère et du Dévonien est troublé par une faille ou une flexure ; les couches sont certainement tordues. Malgré cela, la direction des grès dévoniens est assez régulière, sensiblement Nord-Ouest Sud-Est ; c'est celle dont nous avons parlé à propos des lignes directrices de la région littorale, elle correspond à la limite occidentale de la virgation insulaire et nous l'avons considérée comme indiquant un massif résistant. Do Son et Hon Dau sont dans le prolongement des couches de Kien An ; ici les directions ne sont plus aussi conformes au plan, soit parce qu'il y a des balancements le long de la côte, soit parce que les pendages sont très faibles et, partant, moins caractéristiques.

II. — Les Iles.

Les îles du littoral forment un tout qui peut être traité isolément, elles peuvent être réparties en quatre groupes, à l'Ouest, la Cat Ba et les îles des baies de Ha Long et de Fai Tsi Long, — au centre, l'île de la Table et ses voisines que nous nommerons archipel de la Table, allant de l'île Danh Do La à l'île aux Sangliers, — au Nord-Est, la chaîne des îles du Grand Singe, du Château Renaud et du Kersaint, — enfin à l'Est, les îles Kao T'eou. Chacun de ces groupes est assez bien défini géographiquement et possède une constitution géologique particulière ; mais ils appartiennent bien à un même ensemble, à une même virgation. Notons que toutes ces îles sont comprises entre la côte et la courbe bathymétrique de 20 mètres ; seules les îles Norway qui sont isolées au Sud, avoisinent un fond de 28 mètres. Les cartes marines accusent des approfondissements au niveau des chenaux transversaux qui trônçonnent l'arc insulaire, ils sont certainement dus à l'action des courants qui sont toujours très forts en ces passes et qui luttent contre l'envasement ; la profondeur n'y atteint encore que 20 mètres au maximum, chiffre relevé entre les îles aux Sangliers et Ba Mun, dans le prolongement de l'accident de Tien Yen. Cette uniformité de profondeur provient évidemment de l'intensité des apports terrigènes et de leur conservation dans cette partie du Golfe du Tonkin.

A. — *Les îles de la Cat Ba et des baies de Ha Long et de Fai Tsi Long.*

Ces îles sont formées de calcaire anthracolithique ; près de la côte Sud-Ouest de la Cat Ba, les calcaires sont noirs et renferment beaucoup de phthanites ; nous avons vu comment cette particularité agit sur la topographie. Dans une île bordant la passe du « Mouillage de l'Ancre », des calcaires gris clair, à vagues oolithes à structure non concentrique ;

nous ont donné *Fusulinella quadrata* Deprat (F. 777 D) ; d'après leur pendage et celui des calcaires noirs à phtanites observés au Sud de la passe, ceux-ci seraient supérieurs, cette position élevée dans la série rappellerait celle des lydiennes permienes de Lang Nac, mais nous ne connaissons pas l'allure des calcaires entre ceux à *Fusulinella* et ceux à phtanites et des contacts anormaux sont à craindre, comme nous allons le voir.

Un peu à l'Ouest, c'est-à-dire au-dessus de ces calcaires à phtanites, se trouve une brèche calcaire typique ; plus au Sud, on remarque des couches extrêmement contournées comprises entre des bancs inclinés, mais restés sensiblement plans, puis elles sont le plus souvent horizontales, tout ceci indique des glissements. Un peu plus au Sud, dans la partie tout à fait méridionale de la Cat Ba, on rencontre, entre la Passe du Diable et le Mouillage de l'ancre, des couches complètement redressées, renversées, tordues, chiffonnées (Pl. VII fig. 2, Pl. VIII).

Au Nord-Ouest du port de Pho Cat Ba, on peut également observer des couches soit extrêmement plissées, soit verticales, soit froissées, des calcaires en bancs étirés ou à lits schisteux laminés. Au Nord de l'entrée même du port, on aperçoit nettement une importante masse de calcaire en couches à peine inclinées, mais étirées et témoignant de glissements et de déchirures horizontales ; dans ces parages, on peut remarquer un renversement des couches (1), tout ceci témoigne de mouvements tangentiels, une nappe a dû passer sur ces calcaires, à moins que la résistance d'un massif très rigide n'ait provoqué, dans la masse puissamment poussée, des chevauchements locaux accompagnés probablement de plis couchés ; les deux hypothèses sont parfaitement conciliables, les calcaires de Pho Cat Ba à traces de dislocations horizontales sont peut-être un paquet entraîné. Ces efforts tangentiels et ces glissements expliquent parfaitement une anomalie des pendages dans la région de Pho Cat Ba : dans le Sud de l'île et tout autour de la rade, hors des dislocations mentionnées plus haut, les pendages sont régulièrement Nord-Est, tandis que, au Nord-Ouest, dans le prolongement de ces mêmes couches (2) vers Chan Chau, les pendages sont Sud-Ouest. Nous estimons que la limite des calcaires entraînés sur les autres est indiquée par la contradiction des pendages ; la masse chevauchante serait inclinée vers le Nord-Est, sauf à proximité du Mouillage de l'ancre où les surfaces de glissement se relèveraient en sens inverse.

Au Nord-Est de la Cat Ba, les baies de Ha Long et de Fai Tsi Long sont séparées par un essaim d'îlots et de rochers disposés suivant deux traînées divergeant vers le Sud-Est à partir de l'entrée de la rade de

(1) Un peu à l'Ouest, au Sud de Xuan Dam, on rencontre un système de failles obliques peu importantes qui paraît résulter aussi de poussées tangentielles.

(2) Ces couches se prolongent parfaitement les unes les autres, la régularité de la direction se fait d'ailleurs parfaitement sentir dans la topographie.

Port-Courbet, les pendages observés montrent que ces traînées correspondent au versant d'un synclinal incurvé, s'évasant vers le Sud-Est ; l'autre versant est formé par les îles situées à l'Est de la Cat Ba ; l'axe correspond à la Passe Henriette. Nous n'y avons noté que des pendages inférieurs à 50°, ce qui contraste avec ce que nous avons vu dans la Cat Ba. La coïncidence d'un canal allongé comme la Passe Henriette et d'un synclinal n'a rien de surprenant, par contre nous avons été étonnés de rencontrer des pendages correspondant à la limite d'îles ou de groupes d'îles même lorsque celle-ci est transversale par rapport aux lignes directrices. Nous avons pensé pouvoir expliquer cette particularité par un balancement des couches, mais il y a des exemples où les mesures ont été prises à une distance suffisante de la côte pour que celui-ci ne soit plus craindre ; certaines limites d'archipel correspondent donc à des ennoyages de plis.

B. — *L'archipel de la Table.*

Les calcaires de la baie de Fai Tsi Long se relèvent à leur extrémité orientale au voisinage immédiat de l'île des Biches et de l'île Danh Do La qui forment le front occidental de l'archipel de la Table. Celui-ci est constitué par des calcaires anthracolithiques et par une série inférieure formée de grès, de quartzites et de schistes souvent lie de vin ou rouges, les grès et quartzites dominant probablement par suite de leur plus grande résistance à l'érosion ; les éléments que nous avons reconnus sont des quartzites ou grès quartziteux, gris, contenant quelquefois de rares brindilles charbonneuses, avec ou sans lits de schistes, des grès pouvant passer aux poudingues, des schistes parfois durs, fréquemment rouge brun. Bien souvent ces faciès font donc songer autant au Rhétien ou au Trias qu'aux terrains anté-ouraliens des environs d'Haï-phong, leur position inférieure aux calcaires est heureusement le plus souvent assez nette ; par comparaison avec les faciès observés dans de telles conditions et par continuité, nous attribuons tous ces grès, quartzites et schistes de l'archipel de la Table, à la série anté-ouraliennne. Nous n'avons pas le moindre fossile pour les dater. M. Mansuy [1912. I. — Pl. I, fig. 59] a bien signalé une *Lingula* sp. comparable à *L. yunnanensis*, forme du Cambrien yunnanais, elle avait été recueillie dans un grès de l'île aux Sangliers (1) mais on n'a vraiment pas le droit de se baser sur une comparaison de *Lingule* pour dater un terrain ; il se peut d'ailleurs que ces grès appartiennent à plusieurs niveaux très dif-

(1) M. Mansuy indiquait l'« île aux Sangliers (Baie d'Along) », il n'y a pas d'île de ce nom dans cette baie. D'après ce que j'ai pu savoir des voyages de Sarrau, l'inventeur de la *Lingula*, il s'agit plus probablement de l'île aux Sangliers située à l'Est de Kébao que de l'île des Sangliers située au Sud de la Table.

férents. Par comparaison avec ce que nous savons des environs d'Haï-phong, nous les considérons plutôt comme dévoniens.

Il existe une opposition entre la disposition du large affleurement calcaire de l'île de la Table et la verticalité de certains grès que l'on observe au Sud, au Nui Chau Dap et au Nui Van Sai ; il semblerait ainsi que l'Anthracolithique soit discordant sur les grès, il est en réalité impossible de conclure ; en effet, il existe des calcaires eux-mêmes verticaux et de gros arguments militent en faveur de la concordance des deux termes ; il résulte de nombreuses et bonnes observations, que les quartzites, terme inférieur, ont toujours des pendages correspondant à leur plongée sous les calcaires, ceci est un indice certain de concordance ou de faible discordance.

Les calcaires ont subi aussi un plissement très énergique entre les îles de la Table et Ba Mun ; l'îlot du Pain de sucre est constitué de calcaires redressés, pincés et formant un pli en éventail. Dans le Nord de l'île Dao Trao, nous avons noté près du contact avec les quartzites, du calcaire bréchoïde.

Les plis de l'archipel de la Table forment une famille de courbes serrées à l'intérieur d'un angle ouvert vers le Nord ; près du sommet, on trouve bien la direction du côté Est dans les îles Nui Thuong Mai et Nui

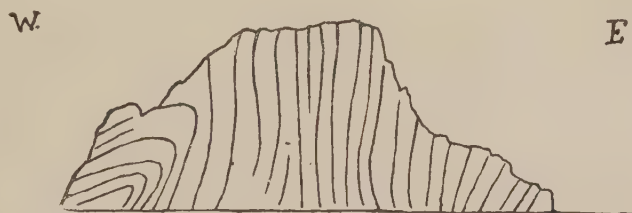


FIG. 19. — Croquis du rocher « le Pain de Sucre » montrant la disposition des calcaires en couches plissées en éventail.

Nui Ha Mai, la direction du côté Ouest à l'île Nui Nut. Les plis se sont certainement heurtés à deux résistances se rencontrant à angle aigu. Dans l'île Nui Nut, la direction des couches correspond exactement au côté Nord-Nord-Ouest de l'angle tandis qu'un système de diaclases Est Nord-Est correspond à l'autre côté.

C. — Les îles du Grand Singe, du Kersaint et du Château Renaud.

La coulisse représentée par l'île aux Sangliers et l'île des Singes s'arrête à cette dernière ; sur une carte ordinaire, on serait tenté de la continuer par les îles Tsin San, mais celles-ci prolongent aussi bien les îles aux Cigales ; de l'anthracite ayant été signalée dans ces deux derniers groupes d'îles, nous les considérons comme se prolongeant l'un l'autre. Les îles qu'il nous reste à étudier sont situées dans le prolongement de la chaîne qui constitue la côte sud-orientale de

Kébao. Leur constitution est très simple ; le Rhétien formé de Terrain Rouge avec poudingues subordonnés est transgressif sur des schistes sériciteux très redressés ou très contournés qui n'apparaissent, d'ailleurs, que dans les îles du Kersaint et du Château Renaud (1).

La série des schistes sériciteux doit être rattachée à celle que nous avons rencontrée en face sur le continent, dans la région de Moncay. Elle est constituée par des roches très écrasées dont l'origine première est souvent problématique, peut-être y a-t-il à côté de schistes gréseux, de quartzites et de grès, des roches ayant subi du métamorphisme de contact, ces roches ne renferment que du mica blanc, pas de mica noir, il y a de vrais séricitoschistes à lits de quartz et de séricite bien individualisés.

Notons que les filons de quartz si abondants dans les schistes satinés de la région de Moncay ne le sont pas moins ici. Cette série sériciteuse n'apparaît que dans les îles du Château Renaud et du Kersaint à la faveur d'un anticlinal qui ne se prolonge pas à l'Ouest ; il est en rapport avec le plissement plus intense qui s'observe dans ces deux îles, et qu'il convient de rapprocher du plissement à rebours observé dans la partie orientale de l'arc de Moncay.

Le prolongement du Rhétien houiller de Kébao se trouve dans les chaînes méridionales de l'île des deux Chaînes, du Grand Singe et du Kersaint, dans les îles aux Cigales et Tsin San. Il est formé de poudingues, de grès et de schistes, nous avons rencontré des galets de charbon dans un ruisseau de l'île aux Cigales, de l'anthracite a été signalée des îles du Grand Singe et Tsin San, cette dernière est formée de grès et de schistes chargés de fer, passant parfois à du minerai, avec bancs de limonite interstratifiés.

De l'île des Deux Chaînes à l'île du Château Renaud, les côtes Nord sont uniformément constituées par une étroite chaîne de Terrain Rouge rhétien ; à la base de la formation, on observe des poudingues parfois lie de vin ou des grès avec poudingues interstratifiés, ils contiennent des galets de grès, de phtanite, de quartz, parfois de marbre noir, ils supportent un ensemble de grès et de schistes lie de vin ; de loin, la côte paraît toute rouge. Nous n'avons observé les poudingues de base du Terrain Rouge que sur le versant Nord des îles où ils sont peu épais, tandis qu'au Sud, les poudingues correspondent au Rhétien houiller de Kébao, ceux-ci ont certainement une plus grande épaisseur, le poudingue du Terrain Rouge ne peut représenter que le conglomérat de base de la transgression qui termine la phase houillère du Rhétien ; mais il faut expliquer comment l'anticlinal étroit qui fait apparaî-

(1) La présence de galets de rhyolites sur les plages tournées vers la haute mer peut s'expliquer simplement par d'anciens apports alluviaux ; on en trouve en effet, sur le continent, aux environs de Dam Ha, aussi bien dans les alluvions élevées que dans les basses.

tre les schistes sériciteux sépare les poudingues de base du Terrain Rouge au Nord, de ceux du Rhétien houiller au Sud, il est permis de penser que le pli s'est produit suivant une ligne de moindre résistance correspondant justement à l'amincissement des poudingues du houiller.

Le Terrain Rouge rhétien est incliné vers le Nord, son pendage est supérieur à 45° et atteint peut-être 90° (1), tandis que la formation est à peine inclinée (10° à 20°) sur le continent. Dans l'île du Chapeau chinois, les couches sont horizontales. Nous sommes ainsi en présence d'un synclinal très net, dyssymétrique, correspondant à une poussée vers le Nord, les plus forts pendages s'observent dans l'île du Château Renaud et dans l'Est de l'île du Kersaint, ils correspondent à la plus grande convexité de l'arc insulaire et au renversement dans le sens du plissement signalé plus au Nord sur le continent.

D. — *Les îles Kao T'éou.*

Gênés par la tempête, nous n'avons pu explorer rapidement que l'île Cu Xu, la plus occidentale des Kao T'éou ; elle est constituée par quatre chaînes dirigées Nord-Est et réunies par des dunes ; les deux chaînes situées le plus au Nord sont constituées d'alternances de grès très grossiers et de schistes ou d'ardoises grises ou noires, inclinées de 60° vers le Sud-Est. Le même pendage s'observe dans la chaîne sud-orientale ; à la pointe Sud, les couches sont très redressées et paraissent former un petit synclinal en V très aigu. Nous attribuons ces terrains au Trias parce que les grès sont très riches en débris microcopiques de rhyolite et en feldspath, ce sont presque des tufs.

Nous avons aperçu au Nord, un petit îlot qui, d'après sa forme, est calcaire ; au Nord de l'île Cu Xu nous avons recueilli un bloc roulé de calcaire à Fusulinidés, il existe donc de l'Anthracolithique dans les parages, il serait bien inférieur au Trias d'après l'inclinaison que celui-ci possède dans le Nord de Cu Xu.

(1) Dans l'île du Kersaint, quelques couches se renverseraient même, mais nous considérons qu'il s'agit d'un balancement des couches le long de la rive.

CHAPITRE IX

L'ARC DE BAN TAC

Ayant étudié le pays situé en avant du massif autochtone du Bac Son, nous revenons en arrière et nous commencerons par décrire l'arc de Ban Tac parce qu'il constitue une unité très simple et très nette ; nous l'étudierons pris presque uniquement en lui-même. C'est un massif calcaire étrianglé au niveau de Ban Tac et très élargi au Sud-Ouest. Au simple examen d'une carte topographique, on réunirait l'arc de Ban Tac au Bac Son qu'il longe à son extrémité Sud-Ouest. Ce sont des arguments d'ordre tectonique qui nous font séparer ces deux massifs karstiques. Existe-t-il des caractères intrinsèques nous permettant de les différencier ?

Les calcaires de l'arc de Ban Tac sont attribuables en totalité ou presque à l'Antracolithique. Au Nord, à Toung Loc (Tong Noc), M. le Commandant Zeil a signalé [1907. — p. 8] des Fusulines incrustées dans des phtanites. A Ban Tac, nous avons trouvé deux gisements à Fusulinidés (F. 112 et F. 113). Plus au Sud-Ouest, à San Xa, à Coc Duong et entre ces deux villages ont été trouvés des Brachiopodes anthracolithiques et des Fusulinidés (F. 131, F. 134, F. 136, F. 816). *Neofusulinella praecursor* Deprat, fossile considéré aujourd'hui comme ouralien, a été rencontré en trois gisements (F. 112, F. 131, F. 816), ces trois gîtes sont, d'ailleurs, alignés suivant une courbe conforme au plan de l'arc. Mademoiselle Colani qui a examiné nos Fusulinidés du Bac Son ne nous a jamais signalé *Neofusulinella praecursor*, les récoltes étaient pourtant abondantes. Nous n'avons retrouvé cette faune, représentée par *Fusulinella quadrata* Deprat, que bien plus au Sud, près de l'île de la Cat Ba (F. 777 D). Nous n'avons pas rencontré, avons-nous dit, de latérites anciennes au milieu des calcaires de l'arc de Ban Tac, mais M. Bourriet, sur sa carte de That Khé, en signale un petit affleurement dans le Kim Hi que nous considérons comme équivalent de notre arc. Les brèches sont enfin plus abondantes que dans le Bac Son.

Ces caractères seraient absolument insuffisants pour séparer les deux massifs.

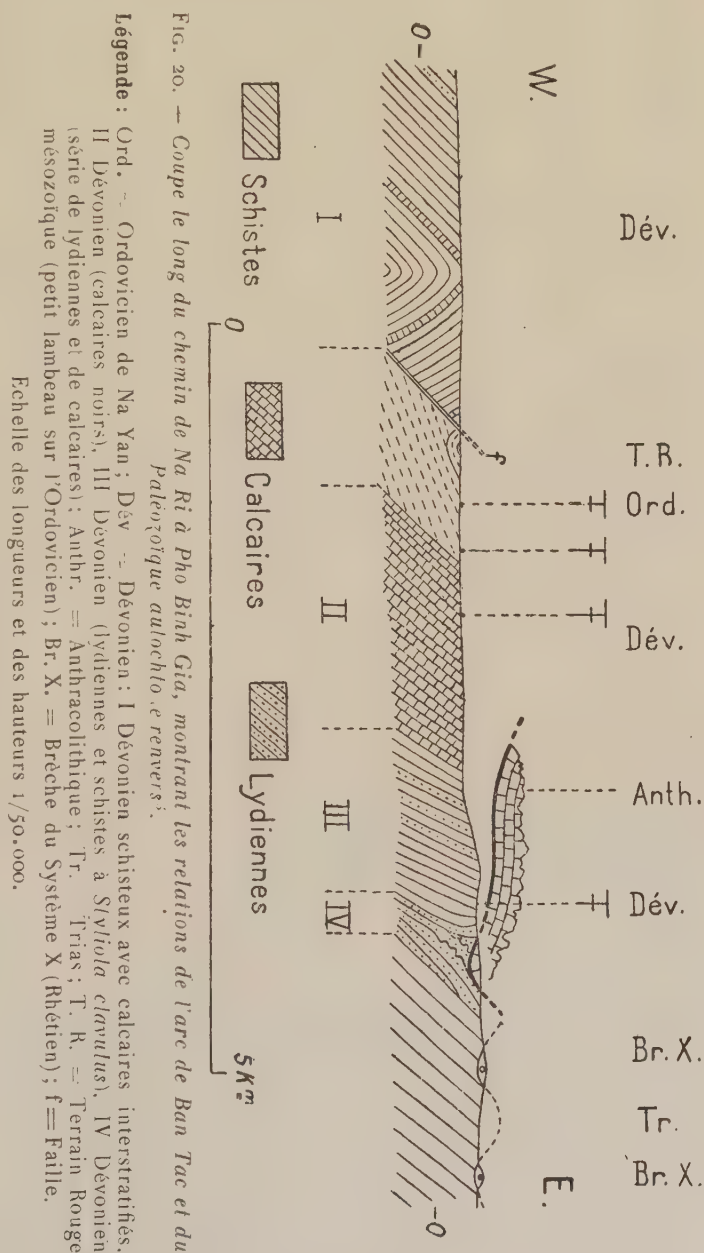
Avant de rechercher quelle valeur tectonique attribuer à l'arc de Ban Tac, nous insisterons sur un fait capital. A la petite mine de calamine de Xa Loung, nous avons recueilli, à la base même des calcaires, un grès calcaire lie de vin à débris de rhyolite ; les calcaires sont à pic et entourent presque totalement le petit cirque où est située la mine, il n'y a aucun doute quant à la position des grès ; les calcaires de la mine sont noirs, très

écrasés, avec surfaces de friction. Il y a donc à Xa Loung position anormale de l'Anthracolithique sur le Trias. D'après un échantillon recueilli à 1 kilomètre au Sud-Ouest de Ban Tac, les faits y paraissent identiques.

La superposition anormale de Xa Loung est la seule que nous puissions citer ; afin de mieux juger la valeur tectonique de l'arc de Ban Tac, nous serons forcés de décrire un certain nombre d'observations, nous irons du Nord au Sud.

En suivant le chemin de Na Ri à Pho Binh Gia on rencontre une série paléozoïque que nous tenons

pour renversée, c'est d'abord l'Ordovicien à *Climacograptus* et *Remopleurides*, puis, près de Na Toung, des calcaires noirs, des schistes,



des lydiennes que supportent des schistes à *Tentaculites elegans* et *Styliola clavulus*. La masse calcaire, attribuable à l'Anthracolithique, qui s'étend au Nord de Na Toung, est discordante sur ce Dévonien, elle paraît bien moins inclinée que les schistes qui possèdent des pendages de 60° et 70° ; d'ailleurs, le prolongement hypothétique des schistes noirs de Na Toung rencontre l'entablement des calcaires ; et un peu à l'Ouest des schistes à Ptéropodes, au col, le chemin dominé par la masse anthracolithique ne rencontre que quelques blocs calcaires ; nous avons donc superposition des calcaires de l'arc au Paléozoïque inférieur. Un peu à l'Est, on rencontre des calcaires à phlitanites, redressés, que nous considérons comme dévoniens, puis des calcaires avec brèches typiques gris blanc et noir ; la découverte de Fusulinidés par M. le Commandant Zeil a dû être faite dans ces calcaires qui par leur faciès rappellent bien l'Anthracolithique dont nous touchons ici la base. Plus à l'Est, les faits sont moins nets. Ce sont d'abord des lydiennes probablement dévoniennes qui ne paraissent pas abîmées, des schistes, de la Brèche du Système X ; les schistes non datés sont peut-être dévoniens, plutôt triasiques ; nous considérons, mais sans preuve, la Brèche du Système X comme transgressive sur les schistes.

A trois kilomètres au Sud, la masse calcaire verticale domine les schistes ; à ses pieds, gisent des blocs de brèche ; d'après ce que l'on aperçoit sur la paroi, la brèche serait localisée à la base, nous admettons que les calcaires sont supérieurs aux schistes en raison des pendages des lydiennes et des schistes rencontrés plus au Nord.

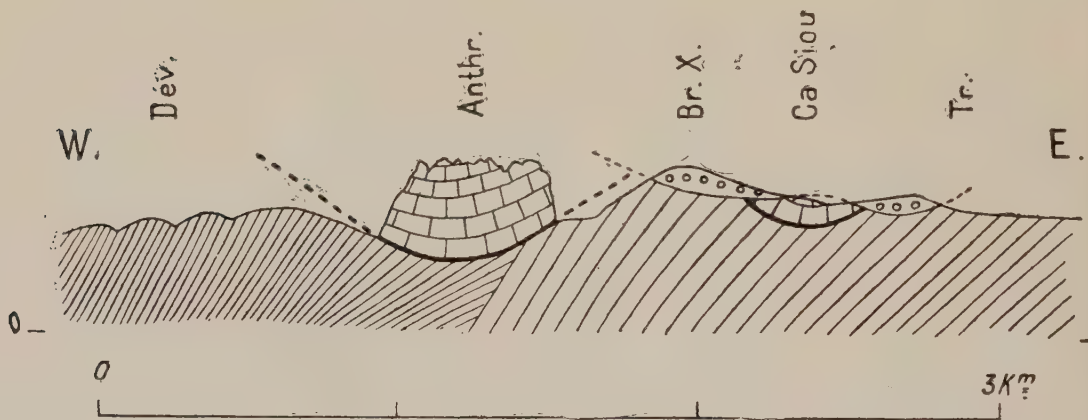


FIG. 21. — Relations de l'Arc de Ban Tac, du Trias et du Rhétien.

(Coupe parallèle à celle de la figure 23 et passant 2 kilomètres au Sud)

Légende : Anthr. = Anthracolithique (arc de Ban Tac) ; Dév. = Dévonien ; Br. X. = Brèche du Système X ; Tr. = Trias schisteux.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/25.000.

A l'Est, le chemin ne rencontre plus les calcaires, mais en s'écartant un peu soit au Nord, soit au Sud, on en trouve de petits affleurements. Au Sud ce sont des calcaires parfois feuilletés par laminage, parfois bréchoïdes, de la véritable brèche et des débris de quartzites ou lydiennes

à entroques décalcifiés ; la Brèche du Système X rencontrée au Nord de Ca Siou doit les recouvrir. Au Nord, ce sont des calcaires et des quartzites à entroques, identiques, qui apparaissent à Na Lao, ils sont recouverts par une masse supérieure et paraissent reposer sur des schistes par l'intermédiaire d'un liseré d'une roche vacuolaire remplie de calcédoine et de calcite.

Nous arrivons ainsi à admettre que les calcaires ont chevauché les schistes, puis que la brèche du Système X s'est déposée transgressivement sur le tout. La roche vacuolaire remplie de microscopiques sphérolites de calcédoine paraît riche en fer et d'origine filonienne ; M. Bourret a bien voulu nous dire qu'il en avait vu de semblables au milieu de basaltes. La position sous les calcaires charriés est à rapprocher de l'hypothèse de M. Jacob sur la venue des roches basiques lors des charriages.

Rien ne permet de séparer les schistes dont nous venons de parler, de ceux que nous rencontrerons à l'Est dans le pays de Fou Coc et qui sont indubitablement triasiques ; le Dévonien se serait renversé vers l'Est sur le Trias, l'Anthracolithique aurait chevauché le tout.

Plus au Sud, à Ban Buoc, le front occidental de l'arc de Ban Tac paraît encore reposer sur une série paléozoïque, contenant du Cambrien et peut-être renversée.

Aux environs de Ban Tac, la position des calcaires est très nette. A l'Est, on reconnaît facilement, d'après le simple aspect, que les calcaires sont supportés par une masse inférieure, celle-ci est formée de schistes lie de vin et de grès calcaires. La brèche du système X que nous pouvons considérer encore comme transgressive, s'avance très près de l'arc. En suivant la vallée de l'affluent du Khé Nginh Tuong qui franchit l'arc à Ban Tac, on ne rencontre pas les calcaires mais des grès et des schistes lie de vin, tous deux un peu calcaires, les pendages observés à l'Ouest comme à l'Est indiquent que ces terrains forment synclinal et supportent l'arc calcaire.

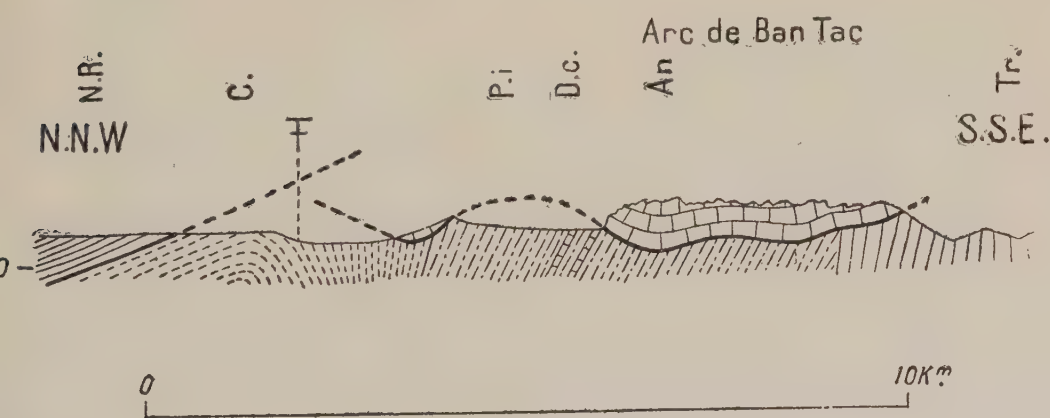


FIG. 22. — Coupe au niveau de Ban Buoc, à travers la Nappe du Nui Rao, le Cambrien et l'Arc de Ban Tac.

Légende : N. R = Nappe du Nui Rao ; Tr. = Trias ; An = Anthracolithique ; D. c. = Dévonien calcaire ; P. i. = Paléozoïque d'âge indéterminé ; C. = Cambrien.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000.

Les calcaires que l'on aperçoit sur la hauteur au Nord-Est de Ban Tac sont en couches planes légèrement ondulées, fripées, lenticulaires, elles ont été visiblement étirées, déchirées par écrasement, ces plans de dislocation sont inclinés conformément à la position des calcaires sur les terrains situés à l'Est. Des quartzites gris, rencontrés dans la vallée en amont, à l'Est de Ban Tac, sont feuilletés par laminage. Au gué de Ban Tac, un calcaire gris et noir montre des surfaces de friction. Toutes ces observations s'accordent.

Nous ignorons l'âge du Terrain Rouge situé sous les calcaires, leur faciès diffère de celui du Cambrien, on pourrait en faire du Trias ; mais, à l'Ouest nous avons rencontré une série pratiquement concordante comprenant des schistes lie de vin à muscovite du Cambrien, des calcaires à *Favosites* et se terminant par ce Terrain Rouge, il est donc plus logique de considérer ce dernier comme également paléozoïque.

Nous ne sommes pas mieux renseignés sur l'âge des schistes dont la position inférieure apparaît très nettement dans la fenêtre de Thuong Nong.

La superposition de l'arc à des schistes à l'Est de Suam Son résulte de leur pendage ; nous ignorons leur âge, mais, par continuité, il paraît bien difficile d'en faire autre chose que du Trias ; nous sommes d'ailleurs au Sud-Est de Xa Loung, et, plus au Nord, les calcaires rencontrés entre Coc Duong et la bifurcation des chemins de San Xa et de Thuong Nong contiennent toujours des veines de calcite abondantes. De même, à l'Ouest, le chemin de Lang Hit à Xa Loung ne rencontre que des calcaires bréchoïdes, ceux-ci paraissent bien supérieurs à des schistes et à une brèche très fine et schisteuse rappelant celle que nous retrouverons plus loin en étudiant un paquet entraîné par la nappe du Nui Rao entre Bac Kan et Cho Moi (1). Un peu au Sud, à la lisière même de l'arc, un jeu de diaclases visibles l'Est de Xien Kouang, nous a paru résulter d'un écrasement, elles sont inclinées de 45° vers le Nord, les calcaires qu'elles affectent, auraient ainsi été poussés sur les pentes sud du Nui La Hien qui sont formées en grande partie de rhyolites et d'une brèche tectonique siliceuse ; un peu à l'Est, les calcaires sont parfois écrasés.

Plus au Nord, le sentier qui mène de San Xa au Song Cau, rencontre, en allant de l'Est à l'Ouest, les calcaires anthracolithiques montrant localement un pendage de 30° vers l'Est puis un pendage Nord-Est faible, enfin, un complexe de schistes lie de vin et de grès moyennement plissés et formant un anticlinal régulier d'axe Nord-Sud ; ils supportent, près du confluent avec le Song Cau, des calcaires noirs peut-être dévoniens. La position de l'Anthracolithique sur ce terrain rouge ne fait pas de doute, il suffit, d'ailleurs, d'examiner sur une carte, les contours du

(1) Cette brèche rappelle un peu celle du système X, mais n'en possède pas les éléments essentiels et ne doit pas être confondue avec elle ; elle renferme de petits morceaux de schistes satinés.

massif calcaire pour s'assurer qu'il forme entablement (1). Près du contact nous avons observé du marbre gris et blanc bréchoïde. Nous ignorons encore l'âge de la formation inférieure (2). Au Nord de San Xa, les faits sont moins nets, l'Anthracolithique paraît reposer sur des lydiennes dévoniennes dans la région de Ban Key ; et dans les mêmes parages, il est difficile de se retrouver au milieu des calcaires gris clair ou noirs et des brèches appartenant, les uns à l'Anthracolithique, les autres au Dévonien. On est ici dans une zone de broyage. Les brèches calcaires sont fréquentes dans toute la région de San Xa, abondantes au Nord. Elles s'observent surtout près du contact avec les terrains inférieurs, elles peuvent au microscope montrer une structure litée ; certains calcaires sont un peu laminés. Le laminage peut cependant avoir une origine différente, ainsi à la mine de Lang Hit, nous avons vu de la blende noire, miroitante, complètement laminée avec les calcaires et méconnaissable, or les deux failles que les travaux de mine nous ont permis de constater, sont des failles de décrochement dont les plans sont très inclinés (70° , 90°) et montrent des stries de friction dirigées vers le Nord-Est ou l'Est-Nord-Est c'est-à-dire dans le sens de l'arc, non de la poussée.

La compression peut avoir agi autrement ; dans le lit du ruisseau, à Coc Duong, nous avons trouvé un bloc où les bancs de phthanites plissés en V [Pl. VI, fig. 4] formaient chevrons. Plus en grand, il s'est produit des plis assez aigus, comme le prouve la langue de calcaire large de 300 mètres, longue de plus de 2 kilomètres, qui, relie, comme un pont jeté sur les schistes inférieurs, deux blocs du massif ; ce reste de synclinal, bien indiqué d'ailleurs par les pendages, montre en un point des couches redressées verticalement.

Qu'est-ce donc que l'arc de Ban Tac, une nappe, un pli couché ? Un fait se dégage de notre longue promenade, partout les calcaires de Ban Tac apparaissent comme un entablement au-dessus des pays voisins ; nous ne pouvons pas les considérer comme un simple pli couché, en effet l'arc s'interrompt au niveau de Ban Tac et nous voyons parfaitement ici qu'il ne peut pas s'enfoncer au Nord sous la nappe que nous allons étudier bientôt ; nous ne voyons, d'autre part, aucune trace du flanc inverse qui permettrait de le relier au Bac Son. Nous sommes forcés d'admettre que l'arc de Ban Tac s'est trouvé séparé par étirement des calcaires situés plus au Nord et que la nappe doit masquer presque entièrement. L'arc de Ban Tac prend ainsi à nos yeux l'allure d'un élément assez indépendant. Nous ne croyons cependant pas qu'il s'agisse d'une vraie nappe venue de loin, ce massif ressemble vraiment trop

(1) Au Nord du coude du Song Cau se voit un témoin de calcaire perché, dont la position est certaine tant d'après les pendages que d'après sa situation ; nous en parlerons plus loin et le considérerons comme appartenant tectoniquement à l'arc de Ban Tac.

(2) Il en est de même, près des mines de Bac Lao (Lang Hit), d'une formation de schistes ou grès lie de vin et de quartzite à graphite qui paraît bien inférieure à des calcaires noirs dévoniens.

au Bac Son. Il nous paraît très simple d'admettre que l'arc de Ban Tac représente une lame de charriage (1), arrachée par la nappe et entraînée ; il se peut que, lors de l'arrachement, cet élément se soit comporté comme un pli couché.

Il est d'ailleurs tout naturel de considérer que la racine de l'arc de Ban Tac se trouve dans la zone des calcaires de Cho Moi ; l'arc de Ban Tac proviendrait de cette zone, par suite d'une translation effectuée justement dans le sens et la direction de la poussée, c'est-à-dire en gros vers le Sud-Est. Cette hypothèse est tellement simple que nous la considérons pratiquement comme une certitude ; elle n'implique pas un grand déplacement horizontal.

Nous avons admis, dans ce qui précède, que la Brèche du Système X était transgressive sur le substratum de l'arc, déjà renversé par la mise en place de celui-ci ; il peut très bien y avoir eu ensuite renversement sur la Brèche, il ne faudrait pas s'étonner si de nouvelles recherches amenaient des constatations de ce genre, le Rhétien rencontré plus au Sud, vers le littoral, malgré la régularité de ses plis, étant parfois redressé verticalement ; cela ne serait pas en contradiction avec l'antériorité du charriage par rapport à cette formation. Plus près, à Phan Mé, existe une brèche rhétienne, énergiquement plissée.

(1) Nous n'entendons nullement, en parlant de lame de charriage, subordonner la réalité des faits à l'idée que cette expression peut suggérer au lecteur. Ce terme n'a pas été, à notre connaissance, défini avec précision, il risque peut-être d'évoquer chez certains, des déplacements horizontaux d'étendue différente. Nous nous croyons cependant autorisé à l'utiliser.

CHAPITRE X

LE PAYS DE FOUCOC ET LES SCHISTES AU NORD DU BAC SON

1. — Le pays de Fou Coc

Le pays de Fou Coc est bien limité par le Bac Son et par l'arc de Ban Tac ; il va en s'évasant vers le Nord-Est. En partant de l'arc de Dinh Ca, c'est-à-dire de la limite du Bac Son, on observe une succession tout à fait normale de schistes attribuables au Trias (1) et de rhyolites ; les schistes peuvent manquer, les rhyolites, au contraire, forment une bande continue, sauf au Sud-Ouest. Ensuite vient une zone un peu moins simple, on y trouve en majorité des schistes et des grès, des brèches du système X. Ces schistes n'ont donné aucun fossile. M. le Commandant Zeil les nommait « Schistes X » ; M. Bourret les assimile à ses Schistes du Song Hiem. Presqu'au milieu du pays, apparaît un petit arc calcaire incurvé suivant le plan de la virgation, et, à quelques kilomètres plus au Nord, dans son prolongement, M. le Commandant Zeil a signalé un affleurement de rhyolites.

La Brèche du Système X, transgressive, s'étendait plus au Sud-Est que ne l'accusent ses affleurements actuels ; ses débris se trouvent sur le dernier arc calcaire du Bac Son, et, au Nord-Est de Dinh Ca, un lambeau est resté à la limite du Primaire et du Trias ; ailleurs elle repose sur les schistes ou sur les rhyolites. A l'Est de Ban Tac, entre Son An et Ban Mei, une couche de Brèche, d'épaisseur très réduite, est intercalée en concordance presque parfaite dans des schistes ; cette donnée, en contradiction avec la position que M. Bourret a attribuée à cette formation, s'accorde bien avec ce que nous avons vu au sujet des intercalations schisteuses au sein des Brèches.

Tout le pays est excessivement plissé, la schistosité est généralement bien marquée, il y a souvent des couches verticales.

(1) Vers le Sud-Ouest nous avons observé des traces de Trias jusqu'à 2 kilomètres du Song Cau, il s'est révélé ici par l'existence de grès calcaires à débris de rhyolites.

La schistosité offre toujours une orientation conforme aux lignes directrices du pays.

Dans le Nord, sur le chemin de Na Ri à Pho Binh Gia, on rencontre près de Kouei Hoa, une vraie bouillie de grès et de schistes, puis des couches souvent verticales où l'on ne peut plus prendre de pendage. Les schistes ne sont pas bien exactement datés, mais quelques grès appartenant au même complexe contiennent des débris de roches éruptives acides, ce qui indique un âge triasique ou plus récent ; d'autre part, au pied nord du Khao Sat, nous avons recueilli, en place, des échantillons de cinérite et de tuf rhyolitique.(1), or nous sommes ici dans un région appartenant à l'axe d'un synclinal ; l'ensemble des schistes paraît donc devoir être considéré comme contemporain des éruptions rhyolitiques.

Quant à la Brèche du système X, nous l'avons rapportée au Rhétien. Etant donné l'âge des charriages, il y a grand inconvénient à réunir dans une même série, les schistes triasiques et la brèche rhétienne, ainsi que l'a fait M. Bourret ; ce sont là des fautes inévitables lorsque, dans un pays neuf, l'analyse n'est pas encore suffisamment poussée ; elles entraînent de graves confusions quand on cherche à dater les phénomènes tectoniques. La Brèche n'a pas subi le même sort que le Trias ; à Kouei Sien, un peu à l'Est de l'arc de Ban Tac, nous avons parfaitement pu remarquer, la présence, dans le complexe de la Brèche, de schistes totalement dépourvus de fissilité. La transgression est indiquée par plusieurs observations ; les affleurements sont discontinus et leur disposition n'est pas ce qu'elle devrait être si la Brèche était prise par plissement entre les schistes triasiques ; on ne peut invoquer pour expliquer ces discontinuités, ni des étirements, ni une stratification lenticulaire, hypothèses inconciliables avec l'allure des gisements et la structure des roches. La répartition des affleurements est d'ailleurs indépendante de l'allure du Trias ou de sa composition, la Brèche avoisine aussi bien les schistes, que les tufs, que les rhyolites.

La transgressivité de la brèche explique très bien cette disposition. Les affleurements s'orientent toutefois suivant la direction des plis de la région ce qui s'explique facilement, soit par l'orientation des plis posthumes, soit par l'influence des anciens plis sur la sédimentation.

Rien n'indique la présence de nappes ; la position du petit arc calcaire n'est cependant pas nette, son âge lui-même est d'ailleurs inconnu ; son faciès indiquerait aussi bien le Dévonien que l'Anthracolithique ou le Trias, son importance paraît peu conciliable avec cette dernière hypothèse. Les rares pendages observés ne nous renseignent guère, ils indiquent probablement un pli anticlinal très aigu ; il y aurait donc réapparition du Primaire. Le style du pays et l'allure de ce petit arc font pres-

(1) Un de ces tufs n'est autre qu'une marne déposée dans une eau très tranquille où tombaient des cendres formées de minuscules débris de rhyolites.

sentir qu'il s'agit d'une sorte de lame de fond (1). Cette hypothèse nous paraît entièrement confirmée par la situation de cet arc à la même distance du Bac Son qu'une traînée de paquets de calcaires, qui apparaissent au Nord-Est en avant du front du massif à la faveur des dislocations tangentielles ; nous parlerons au chapitre suivant de ces calcaires qui font suite à une avancée du Bac Son, le Khao Ban Dan.

Des gabbros à forme diabasique et des diabases, formant un barrage sensiblement Nord-Sud et correspondant vraisemblablement à un large filon, se rencontrent dans la vallée du Khé Nginh Tuong, un peu en amont de Ban Tac ; cet affleurement est intéressant en ce qu'il paraît être le prolongement des roches vacuolaires observées à Na Lao, un peu à l'Est de l'extrémité Nord de l'arc de Ban Tac. On sait, d'autre part, quelles relations M. Charles Jacob [1925. II] suppose entre les charriages et certaines venues de roches vertes. La proximité des roches vertes et de l'arc nous paraît cependant fortuite aux environs de Ban Tac.

Sur la limite orientale du pays de Fou Coc, à côté de la Brèche déjà signalée en bordure du Bac Son à l'Est de Ban Boum, nous avons reconnu la présence d'andésite.

1. — Les Schistes au Nord du Bac Son

Les schistes qui s'étendent autour du cap septentrional du Bac Son ne diffèrent pas de ceux du pays de Fou Coc, mais autour de cette terminaison du massif, les gros amas de rhyolites disparaissent ; le Khao Kien est la dernière grande masse éruptive. Pourtant, plus au Nord-Est, nous avons retrouvé des traces de rhyolites parfois méconnaissables et de tufs, à Kouei Dac (à la pointe du Bac Son) et en plusieurs points un peu plus au Sud, en bordure des calcaires anthracolithiques. Au large du massif, se retrouvent des rhyolites écrasées, au Nord du Nui Ban Dzuoc, et des tufs signalés au chapitre précédent.

Les schistes ont un faciès à peu près constant, tous semblent être primitivement noirs ou gris très foncé, l'altération a multiplié les teintes qui restent toujours dans les gris ou dans les jaunes. Au Nord du Bac Son quelques schistes noirs sont un peu chargés de calcaire. Les principales différences proviennent du degré de schistosité ; en général, celle-ci est très faible, mais elle augmente au voisinage immédiat des calcaires. Il existe quelques exceptions dans les deux sens, soit que la schistosité reste faible près des calcaires, soit qu'elle se développe à distance. Cette première constatation est intéressante ; elle indique, au sein des schistes,

(1) Dans le prolongement de l'arc, nous avons vu sur le chemin de Pho Binh Gia à Na Ri, au gué du Chouei Ta Kiou, près du poste abandonné, des blocs de brèche le calcaire noir avec débris de schistes ; ce calcaire n'est pas mieux daté.

des glissements moléculaires plus intenses au voisinage de la masse résistante inférieure. Avant d'aborder les relations entre les calcaires du Bac Son et les schistes, nous ferons quelques remarques générales. Il ne faut pas oublier que certains termes du Trias se sont déposés sur une surface érodée du calcaire. Celui-ci a dû souvent constituer des reliefs au fond de la mer triasique, comme il en forme encore dans le golfe du Tonkin. Il ne faut donc pas se représenter les schistes triasiques se déposant sur un fond de mer horizontal, mais sur une surface agrémentée de récifs, de rochers plus ou moins étendus, plus ou moins aigus. Lorsqu'ensuite des plissements se sont produits, ces récifs se sont inclinés au milieu de la masse triasique, et ainsi, sans qu'il y ait lieu de recourir à des plis compliqués, les calcaires paléozoïques peuvent se présenter en des positions troublantes à première vue ; il se pourrait qu'un récif se soit renversé sans pour cela que la formation elle-même le soit. Certains contacts, comme celui qui s'observe à Thua Nieu, au Nord de Pho Binh Gia, peuvent s'expliquer ainsi très facilement ; ici, les schistes viennent buter au pied de la falaise verticale formée de calcaires anthracolithiques.

Cet exemple s'expliquerait, d'ailleurs, aussi bien par une faille identique à celle qui détermine, à Na Don, la lisière Nord d'une digitation du Bac Son ; dans cette région, comme dans tout le Bac Son, la position du massif calcaire anthracolithique sous le Trias est certaine, on ne saurait d'ailleurs, d'après la topographie, le placer au-dessus ; or il est impossible, d'après les pendages, de faire, sans discordance, passer les calcaires sous les schistes triasiques. Le contact est rectiligne et ne peut pas s'accorder avec l'hypothèse d'une discordance récifale ; l'existence d'une faille est ici évidente, elle paraît en rapport avec le bombement local de l'apophyse calcaire (fig. 23).

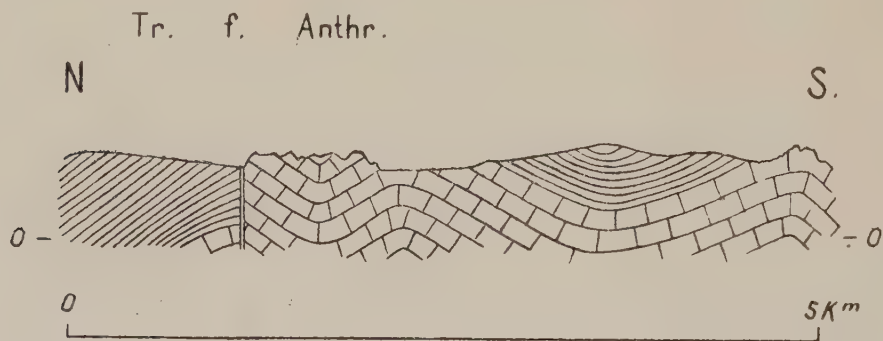


FIG. 23. — Faille (f) entre le Trias (Tr.) et les calcaires anthracolithiques (Anthr.) à Na Don, en bordure du Bac Son. (Coupe suivant la ligne interrompue de la figure 24).

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/50.000.

Au Nord de la pointe du Bac Son, de petites masses calcaires sont es-
saimées au milieu des schistes ; a priori, le massif étant autochtone, il
y avait lieu de s'attendre à trouver dans ces petits îlots cal-

caires, de simples réapparitions ; en les étudiant, on constate qu'il en est bien ainsi ; les calcaires se tiennent de préférence dans les fonds et s'ils atteignent parfois des sommets, ils n'y sont jamais en couronnement

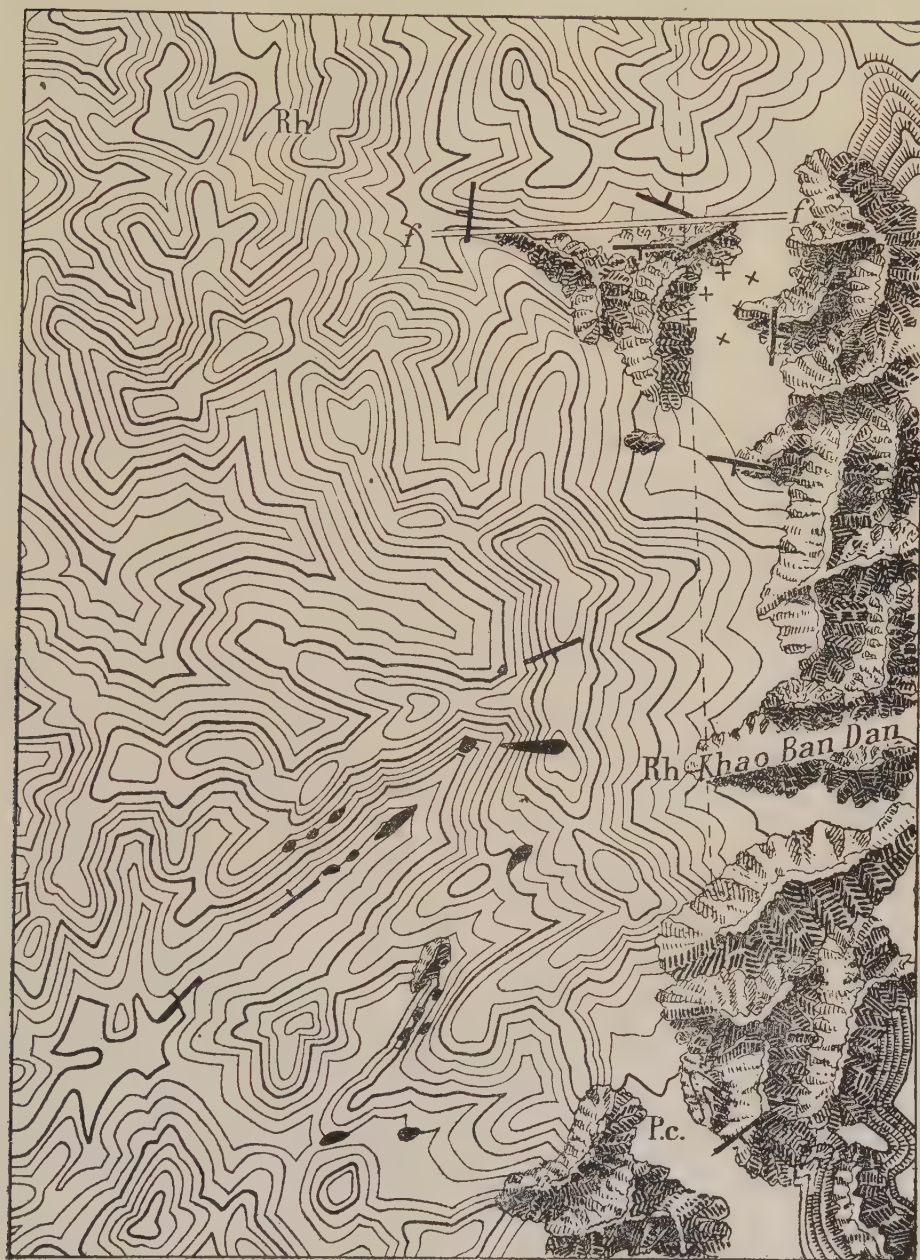


FIG 24. — Contact entre le massif karstique du Bac Son et le Trias (en courbes).

Légende : f f. = Faille ; Rh. = points où des rhyolites ont été recueillies ; P. c. = petit pli couché de Ya La ; + + + = antictinal ; x x x = synclinal.

Les taches noires indiquent les paquets de brèche calcaire au sein du Trias.

Echelle : 1/50.000, l'quidistance de 25 m.

et ils se relient toujours au thalweg. Quelquefois leur situation peut paraître assez étrange, mais elle s'explique grâce aux remarques préliminaires que nous avons faites. Il s'en faut pourtant que les relations soient toujours aussi simples. Déjà, nous avons vu dans l'augmentation de la schistosité au voisinage des calcaires, un indice de glissement ; ceux-ci, de leur côté, présentent quelquefois une structure bréchoïde ; des brèches et calcaires laminés s'observent près de Ya La où se voit une charnière de pli couché ; plus au Sud, il y a des traces de petits chevauchements ; plus au Nord au contact des schistes, existent des calcaires gris clair, largement bréchoïdes, au Sud du Khao Pen, ou laminés, à l'Est et au Nord du Nui Ban Dzuoc. A l'Ouest de Ya La, dans la vallée de Ban Qua, apparaissent, au milieu des schistes, quelques affleurements de calcaires anthracolithiques répartis sur une longueur de plus de 2 kilomètres ; les brèches les accompagnent, toujours très nettes et formant certainement des masses relativement importantes ; leurs éléments sont plus ou moins gros, parfois très fins, plus ou moins réguliers, anguleux ou non ; ces brèches sont polygéniques, avec débris de calcaires noirs et gris ; il est intéressant d'y trouver, en outre, quelques morceaux arrondis de rhyolite (1), on sait que les transports tectoniques peuvent aussi bien que les courants d'eau engendrer des galets. Le ciment ne renferme pas de schiste, peu de calcite pure, mais surtout des débris de calcaires. La forme et le groupement des constituants et la présence de brèche à très petits éléments obligent à considérer ces roches comme une brèche de friction, cette conclusion est conforme à leur position. Le principal affleurement calcaire et ceux situés plus en amont ont une position facile à expliquer dans le fond de la vallée ; mais en aval, près de Ban Qua, on voit sur le versant Est, à différentes hauteurs, de petits affleurements allongés, d'aspect lenticulaire, horizontaux ou subhorizontaux (2) ; nos remarques sur le fond de la mer triasique ne suffisent plus à expliquer cette allure ; nous considérons qu'il y a là des paquets de calcaires entraînés dans la masse des schistes. M. Bourret [1922] a décrit, en des régions voisines, des faits analogues. Dans la vallée de No Cuom située un peu au Nord, plus au large par rapport au Bac Son, les faits sont encore plus nets ; on y trouve au milieu des schistes, des paquets de brèche calcaire parfois extrêmement fine, parfois très grossière, contenant des débris de rhyolite ; il y a de superbes brèches tectoniques ; les affleurements calcaires forment un alignement discontinu à mi-hauteur du versant ; il s'agit évidemment d'un pli extrêmement

(1) Ces rhyolites à éponges de quartz et quartz corrodés sont complètement écrasées, étirées, pénétrées de calcite secondaire très abondante ; un échantillon correspond plutôt à un microgranite.

(2) S'il n'y avait que cet exemple, on pourrait considérer ces blocs comme des pointements à travers les éboulis, mais nos observations au voisinage nous autorisent à les tenir comme inclus dans les schistes.

aigu et renversé ou d'une lame arrachée au substratum et disloquée (1) [figure 24 ; Pl. V, fig. 4]. C'est donc un glissement très sérieux qui s'est produit au contact des deux formations. Plus au Sud-Ouest, des calcaires apparaissent encore en avant du front du massif, au milieu des schistes ; on les rencontre près de Vinh Yen, au Nord-Est du Khao Kouat ; ils n'apparaissent pas dans le thalweg, mais à mi-hauteur d'un versant exposé au Sud-Est, ils donnent l'impression de paquets pincés dans les schistes ; le principal affleurement est au col au Nord-Ouest de la cote 410, on y casse une brèche très écrasée et à surfaces de friction.

Cette disposition alignée de paquets calcaires à 2 kilomètres au large du massif du Bac Son, aide à comprendre la situation de l'arc calcaire du pays de Fou Coc, signalé au chapitre précédent.

Ainsi la discordance récifale, qui nous permettait de comprendre la position des calcaires au Nord du Bac Son, devient ici insuffisante, et si cette disposition a existé réellement, elle a dû être oblitérée par le broyage de la zone de contact ; cette première hypothèse peut être abandonnée pour les parages mêmes où nous l'avons employée provisoirement (2) et peut y être remplacée par celle d'arrachements tectoniques ou, ce qui revient à peu près au même, par celle de plis très aigus et renversés. Nous avons tenu cependant à insister sur l'hypothèse des récifs, la vérité peut être en effet dans une solution éclectique et l'explication n'est peut-être pas la même pour tous les cas.

M. Bourriet [1922. — p. 185] a signalé, à la pointe extrême du Bac Son, l'interposition d'une brèche siliceuse entre les calcaires et ses Schistes du Song Hiem. Personnellement, nous avons retrouvé au « Pont Naturel » des quartzites plus ou moins bréchoïdes qui ne peuvent être que compris entre les schistes et le Primaire. Ces quartzites sont dans le fond de la vallée séparant du massif le gros bastion avancé de la cote 646. Nous ne savons pas s'ils représentent du Permien supérieur comme à Lang Nac ou du Trias moyen comme les grès à *Monophyllites* du Nui Vinh Yen. Ils sont à rapprocher de la brèche quartzeuse du Nui La Hien, située entre le Bac Son et l'arc de Ban Tac, à leur contact ; cette brèche se présente dans des conditions tectoniques identiques.

En résumé, les schistes supérieurs aux rhyolites sont à leur place normale au-dessus de l'Anthracolithique, mais il y a eu, par suite du passage des nappes, rupture au contact des schistes et des calcaires, puis glissement. Les schistes situés au Nord du Bac Son, comme ceux du pays de Fou Coc dont on ne peut pas les séparer, sont un exemple typique de ce que M. Charles Jacob a proposé de nommer « Série intermédiaire ». Ils sont stratigraphiquement en place, mais ont été déplacés sur leur substratum ; supérieurs au Paléozoïque autochtone, ils sont inférieurs à la nappe et en particulier à la lame constituant l'arc de Ban Tac.

(1) Il est à remarquer qu'un tuf de rhyolite trouvé dans ce vallon et étudié au microscope ne montre pas de trace d'écrasement.

(2) Nous ne faisons pas allusion aux épanchements rhyolitiques sur les surfaces ruiniformes.

Nous n'avons aucun moyen de mesurer la translation des schistes triasiques par rapport à l'Anthracolithique. En examinant la carte géologique on est frappé par la disposition des rhyolites ; la large traînée qui s'étend vers le Nord ne coiffe pas l'extrémité du Bac Son ; il est permis de se demander si cette position dyssymétrique ne résulte pas de la disparition, par entraînement, des rhyolites qui auraient été situées à l'Ouest de la pointe du Bac Son ; il ne faut cependant pas perdre de vue que les plissements ne sont pas forcément conformes à la disposition des volcans antérieurs.

CHAPITRE XI

LE PAYS DE QUANG CO, LES ENVIRONS DE NARI ET LA « FENÊTRE DE YEN LAC »

Nous groupons l'étude des pays formés en majeure partie de Paléozoïque autochtone, situés entre l'arc de Ban Tac et la Nappe au point de vue géographique, sous ces deux éléments au point de vue tectonique.

Pour plus de clarté, nous traiterons séparément du pays de Quang Co, des environs de Na Ri et de l'extrémité méridionale de la « Fenêtre de Yen Lac » de M. Bourret.

I. — Le pays de Quang Co

Le pays que nous allons étudier comprend non seulement la vallée de Quang Co, mais tout le pays situé de Cho Moi au Nui Lang Rac et de Don Du à Ban Key ; géologiquement il constitue une sorte de presque-île émergeant de la nappe ; il est à demi séparé du massif du Bac Son par deux avancées de la nappe et par l'arc de Ban Tac, éléments charriés, conservés dans la dépression située entre les deux pays autochtones.

Nous avons déjà donné la stratigraphie du Paléozoïque du pays de Quang Co, nous dirons successivement quelques mots de chacun de ces termes : calcaires de Cho Moi, schistes à *Spirifer* cf. *insocius*, lydiennes et schistes à Ptéropodes, calcaires à *Spirifer*, *Orthonychia* et *Actinoceras*, série gréseuse du Lang Rac.

Les calcaires de Cho Moi sont bien représentés auprès de ce poste où le Song Cau les traverse en gorge ; ils forment une série d'affleurements discontinus ; au Nord-Nord-Est, dans leur prolongement, nous avons trouvé des Fusulinidés (F. 872C). Ces calcaires ont un aspect finement feuilleté dû au laminage, ou une structure bréchoïde. La discontinuité des affleurements résulte certainement bien plus des étirements par la nappe qu'ils supportent directement, que d'une érosion antérieure au charriage, érosion dont nous n'avons d'ailleurs aucune preuve. Nous avons

retrouvé le prolongement des calcaires de Cho Moi dans la vallée au Nord de Nam O, avec le même aspect et la même position entre les Lydiennes et la Nappe.

Le laminage de ces calcaires (1) est tel que l'on peut en faire un élément charrié, une lame entraînée sur son substratum. Nous retrouverons, d'ailleurs, au sein de la nappe, des calcaires, équivalents possibles de ceux de Cho Moi et qui apparaîtraient sous forme de lambeaux entraînés ; ces calcaires de Cho Moi ont à nos yeux une valeur sinon identique, du moins très peu différente de celle de l'arc de Ban Tac que l'on est en droit de considérer comme leur simple prolongement. En effet, nous retrouvons au Sud du Lang Rac, le long de la limite méridionale du Pays de Quang Co, une nouvelle série d'affleurements discontinus constitués par des calcaires de type anthracolithique (2), ils représentent la retombée vers le Sud, des calcaires de Cho Moi ; et vers l'Est, aucune limite ne saurait être tracée entre cette trainée alignée et les témoins avancés de l'arc de Ban Tac situés dans leur prolongement. Au Sud-Ouest du signal du Lang Rac, se retrouvent des calcaires identiques, extrêmement brisés ; une mine métallique y avait été aménagée. Cette zone de contact tectonique est très minéralisée ; plus à l'Ouest, des mines de zinc étaient exploitées à Coué Nac ; les mines de Lang Hit sont au Sud-Est, à l'extrémité de l'arc de Ban Tac.

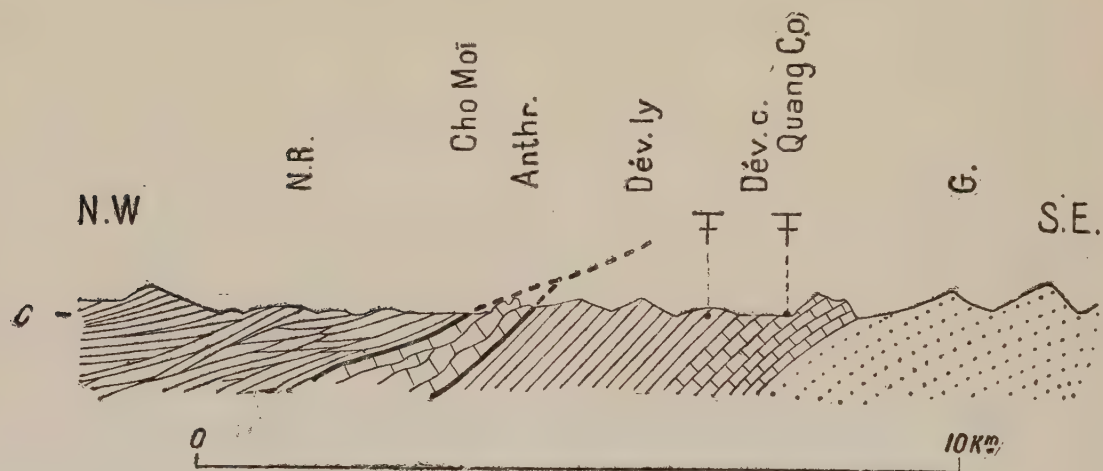


FIG. 25. — Coupe à travers la nappe du Nui Rao, les calcaires de Cho Moi et le pays de Quang Co.

Légende : N. R. = Nappe du Nui Rao ; Anthr. = Anthracolithique ; Dév. ly. = Lydiennes dévoniennes et schistes à *Styliola clavulus* ; Dév. c. = Calcaires noirs dévoniens à *Stromatopores*, etc... ; G. = Série gréseuse.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000

(1) A Cho Moi même, l'inclinaison est en gros vers le Nord-Ouest, mais les couches sont parfois verticales, les pendages locaux sont variables.

(2) Près de Ke Ya, au Nord de Lang Hit, nous avons vu un bloc de calcaire gris clair venant du flanc du Lang Rac, il présentait de jolis plis en miniature.

Les schistes à *Spirifer* cf. *insocius*, dont nous avons retrouvé des débris au Sud-Est des calcaires de Cho Moi, sont écrasés. Malgré la présence de ce *Spirifer*, nous ne nous croyons pas autorisé à affirmer que ces schistes sont plus anciens que la série des Lydiennes sur lesquelles ils auraient été poussés. Celles-ci, formation bien plus importante, constituent un large affleurement continu depuis Ban Key au Nord-Est jusqu'au voisinage de Don Du. Elles ont plus ou moins souffert ; du reste, le contact direct de la nappe et de ces lydiennes, s'observe un peu à l'Est de Ban Key. L'intensité de leur pendage est très variable ; elles sont verticales au Sud-Ouest ; vers le Nord-Est, leur inclinaison décroît assez régulièrement jusqu'à ne plus valoir que 45° au bord du Song Cau, puis atteint de nouveau 90° plus à l'Est. Au contact de la nappe elles sont bouleversées. Des lydiennes laminées sont visibles, dans le lit du Song Cau, au sein de leur masse ; au pied du Deo Vai, nous avons recueilli de superbes échantillons de lydiennes écrasées à structure lenticulaire, ils ne peuvent provenir que de cette formation ou des calcaires inférieurs. Cependant ces calcaires ont beaucoup moins souffert, sauf bien entendu au Nord-Est où ils supportent la Nappe, directement ou presque, leur pendage est régulier, les fossiles sont fréquents et bien conservés ; ces calcaires sont finement cristallins, noirs ou gris noir et contiennent des bancs de phtanite, ils ont parfois donné du marbre blanc.

Sous ces calcaires, existe une forte masse de schistes et surtout de grès que rien ne permet de dater, ils sont probablement dévoniens ; les grès ont quelquefois une stratification bien visible comme ceux de Do Son et des îles, ils renferment, comme eux, des grains de plagioclase (microcline). Il n'est pas possible de dire si les schistes lie de vin et les grès situés sous l'arc de Ban Tac entre San Xa et le Song Cau appartiennent au même complexe.

Il y a opposition entre les calcaires anthracolithiques et les terrains sous-jacents qui ne forment pas anticlinal, comme l'indiquent les pendages ; ainsi, la puissante formation des lydiennes ne se retrouve pas sur le versant Sud-Est de l'anticlinal formé par l'Anthracolithique. Etant donné ce que nous savons de la tectonique de cette région, ces faits ne sauraient démontrer une discordance stratigraphique.

Nous avons trouvé au pied Ouest du Khao Poum Pou, au voisinage des calcaires à Fusulinidés signalés plus haut, donc très près de la nappe des diabases ou ophites andésitiques ; elles ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire.

Le Rhétien (2), représenté par la Brèche du Système X, forme de petits témoins sur les lydiennes au Nord de Quang Co ; plus au Nord, il constitue la masse du Khao Poum Pou qui repose tant sur la nappe que sur les Lydiennes.

(1) De même nous ne saurions nous baser sur un fort pendage observé dans les grès au voisinage des calcaires dévoniens de Quang Co pour parler d'une transgressivité de ceux-ci.

(2) Un grès très grossier roulé par un affluent de droite du Song Cau renferme des quartz corrodés provenant de rhyolites, peut-être indique-t-il du Trias, on ne saurait, en tout cas, affirmer qu'il ne provient pas d'un lambeau de nappe.

II. — Les environs de Na Ri

A l'Est du pays de Quang Co, s'étend, entre l'arc de Ban Tac et la nappe, une zone de terrains presque exclusivement paléozoïques.

Nous y avons découvert l'existence de Cambrien, les deux gisements reconnus sont au contact même de la Nappe ; le chemin de Ban Tac à Ban Tinh le rencontre, il forme ici un petit anticlinal d'axe Nord-Nord-Est, dans le prolongement exact duquel nous avons retrouvé, près du chemin de Na Ri, les mêmes schistes et les grès à *Planolites*. Ce second affleurement, plus important, paraît aussi plus énergiquement plissé ; il est formé d'ardoises parfois verticales, de schistes ou de grès lie de vin ou jaunes à lits de mica blanc assez caractéristiques, et probablement de quartzites gris complètement laminés ; l'écrasement n'est pas général, les grès fossilifères ne paraissent pas déformés. L'anticlinal se prolonge probablement vers le Sud-Ouest au pied de l'arc de Ban Tac ;

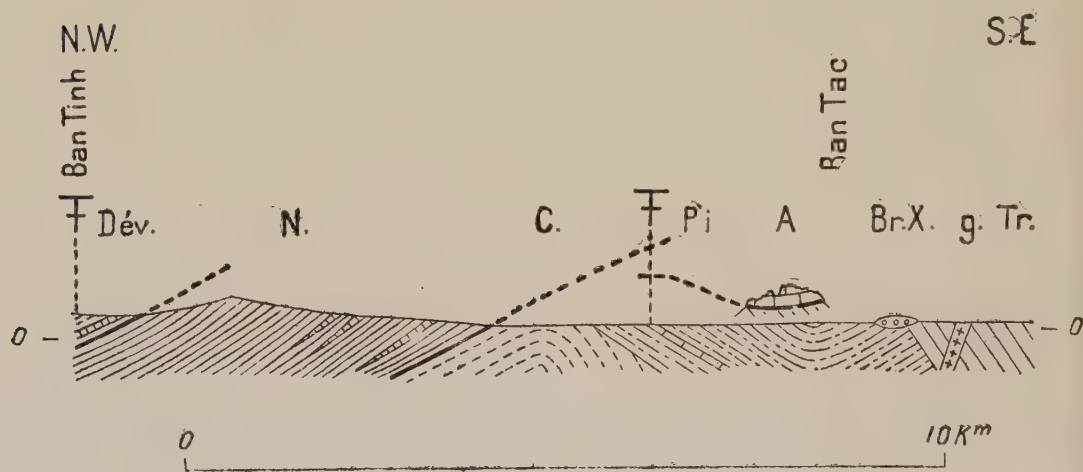


FIG. 26. — Coupe le long du chemin de Ban Tinh à Ban Tac.

Légende : Br. X. = Brèche du Système X; g. = Gabbros à faciès diabasique et diabases; Tr. = Trias; N. = Nappe du Nui Rao; A. = Anthracolithique (arc de Ban Tac); Dév. = Dévonien de Ban Tinh (schistes à *Styliola clavulus* et calcaires); Pi. = Paléozoïque inférieur; C. = Cambrien.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000.

nous avons rencontré ici des schistes lie de vin mais ils ne sont pas typiques, ils sont moins gréseux et moins micacés.

Au Nord-Ouest de Ban Tac, une série concordante, moyennement inclinée, repose sur l'anticlinal de Cambrien, elle se continue sous l'Arc ; des calcaires lités, gris foncé nous ont donné un *Favosites*, il s'agit probablement de Dévonien (F. 818), ils sont inférieurs aux schistes lie de vin et aux grès qui supportent les calcaires anthracolithiques de l'arc.

Le Cambrien supporte, à l'Ouest de Ban Buoc, des calcaires probablement anthracolithiques qui doivent constituer un témoin de l'arc de Ban Tac, les pendages observés dans ces parages sont tous dans le même sens, mais espacés ; c'est donc surtout par analogie avec ce que nous rencontrerons plus au Nord-Est, que nous considérons le Cambrien comme renversé à l'Est sur le Dévonien de Ban Buoc (1).

Plus au Nord-Est, nous rencontrons, près de Na Ri un pays qui a été l'objet d'études de M. le Commandant Zeil [1907. — Pl. VII, coupe V], de M. Giraud [1918. — p. 11, fig. 2], puis de M. Bourret [1922. — p. 212, fig. 34]. Le premier de ces géologues ne connaissait pas l'existence de l'Ordovicien à Graptolithes et n'avait pas réussi à dater la plus grande partie des terrains ; la coupe fournie par M. le Commandant Zeil, ne peut donc que différer de la nôtre. C'est à M. Giraud que revient l'honneur de la découverte des Graptolithes ; mais probablement par suite d'une erreur de lecture, cet auteur a incliné toutes les couches vers l'Est et non vers l'Ouest comme dans la réalité ; la coupe publiée par ce géologue est par suite complètement faussée. La conception de M. Bourret (2) est au contraire à peu près conforme à la nôtre. En allant de Na Ri vers l'Est, jusqu'à l'arc de Ban Tac (figure 20), on rencontre tout d'abord des lydiennes, schistes et calcaires attribuables au Dévonien et formant anticlinal, puis une série où tous les pendages observés sont vers l'Ouest ; il s'agit d'une série renversée comprenant les schistes charbonneux à *Climacograptus* et *Dictyonema*, les schistes à *Remopleurides*, des calcaires noirs à *Favosites*, des lydiennes et des schistes à *Styliola clavulus* et *Tentaculites elegans*.

Nous avons omis volontairement les schistes lie de vin et les grès qui forment un petit synclinal reposant sur les schistes à *Climacograptus* et le Dévonien ; les grès renferment des débris de rhyolite ; nous devons donc rapporter cet ensemble au Trias.

Toutes ces formations paléozoïques ou mésozoïques ont peu souffert du passage de la nappe au-dessus d'elles (3).

III — Le Sud de la « Fenêtre de Yen Lac »

Nous n'avons qu'effleuré le Sud de la Fenêtre de Yen Lac, dont l'étude avait été faite par M. Bourret, nous y trouvons le prolongement du Dévonien rencontré à l'Est de Na Ri ; en réalité, la fenêtre de Yen Lac doit être prolongée bien au Sud-Ouest, elle appartient à la même zone que

(1) Des calcaires rencontrés ici, gris jaune avec lits argileux luisants, rappellent tout à fait des échantillons prélevés entre l'Ordovicien et le Dévonien présumé de Nam Mo : ils représentent probablement un terme assez bas du Paléozoïque.

(2) Une erreur de copiste fait, sur la coupe de M. Bourret, employer à tort le signe conventionnel du Gothlandien entre Na Tuong et Tong Loc.

(3) Un peu à l'Est de l'Ordovicien, certains calcaires paraissent bréchoïdes, il s'agit en réalité de calcaires à lits argileux ; par suite du plissement, les bancs se sont morcelés, donnant l'apparence d'une brèche tectonique.

le pays de Quang Co. Jusqu'à présent, aucun terrain antérieur au Dévonien n'y a été reconnu.

Nous n'avons pas suffisamment étudié ce pays pour affirmer que des renversements s'y rencontrent comme à l'Est de Na Ri ; en tout cas, cette allure n'y serait pas non plus générale. Les lydiennes sont l'élément principal de ce pays (1), leur pendage est en général régulier, avec localement quelques plissements de détail. A plusieurs reprises, nous avons rencontré des calcaires, anthracolithiques sauf peut-être une exception, reposant sur les lydiennes ; les pendages n'étant connus que dans cette formation inférieure, on pourrait penser à une série imbriquée, mais la discontinuité des affleurements anthracolithiques s'accorde mal avec cette hypothèse ; il s'agit bien plutôt de témoins (2) ; nous admettons qu'ils représentent des éléments séparés de l'arc de Ban Tac dans le prolongement duquel ils se trouvent ; nous les tenons donc comme les restes d'une lame charriée, ce qui s'accorde bien avec leur structure, ce sont souvent des brèches, plus ou moins fines ou des calcaires à lits étirés. Nous nous trouvons donc d'accord avec M. Bourret quant à la position tectonique de l'Anthracolithique sur le Dévonien de la « Fenêtre de Yen Lac » [Bourret. 1922. — fig. 6, p. 85].

Un peu à l'Ouest du Song Na Ri, apparaît un autre élément, le Trias représenté par des schistes et des grès interstratifiés. Nous attribuons ceux-ci au Trias par suite de leur identité parfaite avec des grès à minéraux trouvés en région triasique. Citons en passant le danger des considérations de faciès ; il existe entre ce Trias et le Song Na Ri des schistes et calcaires que nous aurions volontiers considérés comme triasiques ; or M. Giraud [1918. — p. 26, fig. 9] y a signalé des *Hyolites*, des *Tentaculites* !

(1) Elles sont à tort signalées comme « Rhyolites schistoïdes » sur une coupe de M. Giraud [1918. — p. 26, fig. 9].

(2) Tout à fait à l'Ouest de cette zone, à peine en avant de la nappe, la discordance d'un témoin calcaire est nettement démontrée par les pendages des lydiennes de part et d'autre et au niveau de ces calcaires ; mais nous ignorons l'âge de ces derniers qui peuvent appartenir à la nappe du Núi Rao elle-même.

CHAPITRE XII

LA NAPPE DU NUI RAO

Il nous reste à étudier les nappes qui s'étendent au Nord-Ouest et à l'Ouest de nos massifs autochtones, nous commencerons par la plus inférieure ou nappe du Nui Rao ; nous ne connaissons pas cette montagne où M. le Commandant Dussault a pris le type de cet élément, mais d'après les descriptions de ce géologue, il est certain que nous sommes en présence du prolongement de cette nappe et il serait vraiment mauvais de chercher une nouvelle appellation tirée d'un nom local. Nous étudierons d'abord la partie de la nappe située à l'Ouest du Song Cau, puis celle située à l'Est où elle possède des caractères un peu différents.

I. — La nappe à l'Ouest du Song Cau

En s'éloignant du pays de Quang Co vers le Nord-Ouest, on rencontre la série que nous assimilons à la nappe du Nui Rao, on la suit sans interruption jusqu'à sa disparition sous la Nappe des cornéennes.

Limitée au Song Cau, la nappe forme une longue auréole à l'extérieur de la nappe des cornéennes ; au Sud-Ouest, elle n'apparaît plus qu'en fenêtre sous cette seconde nappe ; au Sud-Est, elle envoie un prolongement qui contourne l'extrémité du pays de Quang Co jusqu'au Song Cau.

Ses éléments constitutifs sont des schistes, phyllades ou ardoises, toujours très fissiles, satinés, plus ou moins riches en séricite, gris ou noirs, des lydiennes et des quartzites schisteux ou rubanés parfois très contournés. En quelques points de la route de Thaï Nguyen à Cho Chu, près de Yen Trach, se voient des schistes et lydiennes charbonneux ou graphiteux, on est ici près du sommet de la nappe ; des schistes gris les séparent du contact de la Nappe des cornéennes. Ces terrains sont d'âge indéterminé, ils appartiennent peut-être à plusieurs époques ;

mais ils ont en commun un certain air de famille résultant de leur écrasement. Tous ces terrains ont nettement le faciès de couches charriées ; M. le Commandant Dussault a signalé la fréquence des lits de quartz dans sa nappe du Nui Rao ; nous les trouvons ici. En particulier, au Sud-Ouest comme au Nord de Cho Moi, les tranchées de la route de Bac Kan permettent de voir dans les schistes, des lentilles de quartz, souvent très étirées, à peu près horizontales ; la signification d'une telle structure est évidente, il ne peut s'agir que d'une masse étirée, laminée. Des couches très contournées s'observent quelquefois. Au Nord de Cho Moi, quelques failles obliques, inclinées de 45° environ, affectent des schistes dont la schistosité est d'ailleurs régulièrement inclinée de 15°.

Une autre caractéristique, et non la moindre, de la nappe du Nui Rao, là où nous l'étudions, est la régularité des pendages de la schistosité et, en général, leur faiblesse. La direction est sensiblement Nord-Est entre Cho Chu et Don Du, elle s'infléchit et tend à devenir méridienne en allant au Nord, l'inclinaison est toujours vers le Nord-Ouest ou l'Ouest. Plus à l'Ouest, continuant à s'incurver, la direction devient Est-Ouest et même Nord-Ouest. La nappe disparaît alors sous les cornéennes mais elle reparaît plus à l'Ouest, elle a été ici étudiée par M. le Commandant Dussault ; nous l'avons, de notre côté, retrouvée à une quinzaine de kilomètres à l'Ouest de Cho Chu. D'après les levés de M. Dussault, la disposition en arc disparaît vers Tuyen Quang, la nappe s'y étale largement.

Si l'on admet avec Daubrée, que la schistosité coïncide avec la surface d'écoulement des particules minérales, on peut dire que, dans une nappe, le pendage de la schistosité a plus de valeur que celui de la sédimentation ; celui-là se rapproche de la pente du dépôt tectonique, celui-ci, de la pente du dépôt sédimentaire. Nous sommes ici en présence d'une nappe charriée sur les pays autochtones que l'érosion a dégagés au Sud-Est.

Nous ne connaissons aucun fossile dans cette vaste formation, elle renferme peu de termes différents, mais il peut très bien s'agir d'un complexe comme les Schistes lustrés des Alpes. Nous signalerons quelques indices sur leur âge en étudiant la nappe à l'Est du Song Cau. Nous y trouverons aussi de beaux exemples de contact anormal.

II. — La nappe à l'Est du Song Cau

Nous venons d'étudier un type nettement caractérisé de la nappe du Nui Rao, nous pourrions peut-être dire : le type à l'état de pureté. A l'Est du Song Cau, s'introduisent des éléments nouveaux qui sont, pour une plus ou moins grande part, des éléments du substratum amenés au jour à l'état de lame arrachée ou grâce à un repli de la nappe. Les caractéristiques de la nappe n'y sont cependant pas moins nets. Une excursion particulièrement significative peut se faire à l'Est de Cho

Moi ; les tranchées du chemin de Ban Tinh permettent au Nord de Ban Key, de reconnaître parfaitement la composition et la structure de la nappe. A part certains points où les couches sont tordues, le pendage reste constamment Nord et en moyenne relativement peu incliné (25° , 35°) ; on observe des lits de quartzite à plans argileux, étirés — des lits plus ou moins calcaires — des bancs de calcaires très abîmés, à veines de calcite, apparaissant bréchoïdes au microscope — des calcaires laminés — des schistes plus ou moins, parfois très satinés, très fissiles avec filons de quartz suivant la schistosité — des ardoises. Le chemin de Ban Tinh nous a montré le flanc de la montagne ; plus au Sud, en remontant vers l'Est, un torrent qui passe à Ban Key, nous pouvons, partant de l'autochtone, pénétrer dans la nappe par le dessous. On rencontre d'abord des lydiennes dévoniennes régulièrement inclinées vers le Nord ; en remontant c'est-à-dire en se rapprochant de la nappe, on voit ces couches devenir bien moins régulières, plissées en tous sens, faillées. Il n'y a plus de pendage, certaines couches sont étirées ; puis les couches s'injectent de quartz qui peut former aussi de gros filons, elles sont complètement contournées ; enfin, on arrive aux schistes ardoisiers satinés représentant la nappe. Ce contact est absolument typique.

En gravissant la montagne, au Sud de Ban Key, on trouve encore des traces d'écrasement de l'autochtone, calcaires plus ou moins mar-morisés, brisés, lydiennes étirées.

A l'Est de Ban Key, entre Ban Tac et Ban Tinh, dans le prolongement exact de ce contact avec le Dévonien s'observe celui avec le Cambrien ; les faits sont moins expressifs, mais encore très nets ; sur l'anticlinal de Cambrien repose la série charriée composée principalement de schistes avec grès et calcaires noirs schisteux ; le Cambrien apparaît dans le ruisseau, tandis qu'au Nord, la nappe forme toute la masse de la montagne à la base de laquelle s'observe le contact ; les couches alternées de schistes et de calcaires noirs parfois schisteux y sont très contournées.

Au Nord-Nord-Est, le contact avec le Cambrien s'observe encore entre Ban Tinh et Na Ri ; les faits y sont identiques, on voit la schistosité de la nappe localement presque horizontale, puis mouvementée en se rapprochant du contact ; à 500 mètres à l'Ouest de celui-ci s'observe une brèche tectonique de quartz et de schistes gris.

Plus au Nord-Est, nous retrouvons un contact de la nappe et du Dévonien (1) à 10 kilomètres au Nord de Na Ri. A Na Dan, les lydiennes autochtones, avec bancs de marbre à microscopiques plages de quartz, supportent la nappe formée de calcaires noirs laminés, de schistes et calcaires bréchoïdes subordonnés à des schistes satinés, les feuillets de ceux-ci sont gondolés à proximité du contact ; les pendages s'accordent parfait-

(1) A Nam Xian, à l'Ouest de Na Ri, on trouve déjà, dans la zone de contact, des lydiennes dont les bancs se montrent complètement tordus en section horizontale.

tement, les lydiennes sont bien inférieures à la nappe (1). Ainsi, partout où nous avons étudié le contact de base de la nappe, il s'est présenté de façon très nette. A l'Ouest du Song Cau, au Nord de Nam Ô, senté de façon très nette. A l'Ouest du Song Cau, au Nord de Nam O, les faits paraissent devoir être aussi nets, si nous en jugeons par l'exclusivité des faciès au voisinage du contact ; toutes les roches vues dans le lit des ravins, phyllades, quartzites bréchoïdes ou rubanés, brèches, y ont subi un écrasement intense.

A — *Possibilité d'entraînement d'éléments étrangers à la nappe*

Nous avons réservé l'étude de la partie de la nappe située à l'Est du Song Cau parce qu'il devient très difficile ici, de dire si certains éléments lui appartiennent en propre, s'ils lui ont été annexés par arrachement à l'état de lame, ou s'ils représentent du substratum plus ou moins entraîné. D'ailleurs, sur la rive droite du Song Cau, nous trouvons déjà, au voisinage du contact avec le pays de Quang Co, des éléments paraissant arrachés au substratum. Par exemple, à 500 mètres au Sud de la bifurcation des routes de Cho Moi et de Cho Chu, apparaissent des schistes lie de vin mélangé de gris, nous ne pouvons dire s'ils représentent ou non une lame arrachée au substratum ; des quartzites schisteux ou rubanés parfois très contournés les accompagnent (2).

A 6 kilomètres environ au Sud-Ouest de Cho Moi apparaissent, dans les schistes, des intercalations de calcaires schisteux et écrasés ; certains de ces calcaires sont noirs avec de fins filets d'argile ; ceux-ci restés plans dans l'ensemble sont très plissotés ; les calcaires extrêmement laminés ont parfois l'aspect de schistes ; comme, plus à l'Est, des calcaires apparaissent en lames sous la nappe, il peut s'agir de paquets arrachés à ce substratum entraîné ; leur pendage Nord-10°-Est n'est d'ailleurs pas conforme à celui, Nord-Ouest, de la nappe aux environs ; il est vrai que le contour de celle-ci forme justement ici un coude irrégulier.

Au Nord de Cho Moi, en plusieurs points de la route de Bac Kan, des couches charbonneuses apparaissent au sein des schistes, avec des interstratifications de quartzites passant aux lydiennes ; ces couches

(1) Nous ne sommes pas d'accord avec M. Bourret qui a considéré une partie de ces schistes satinés comme appartenant à ses Schistes du Song Hiem ; les pendages observés en ce soi-disant contact, l'amenaient à faire passer sous ces derniers schistes, l'ensemble situé plus à l'Ouest, c'est-à-dire notre nappe, et à le considérer comme du Dévonien autochtone. Il n'y a aucune différence entre les terrains situés à l'Ouest et à l'Est de la limite de M. Bourret [1922. — Carte en couleurs, contact passant par Tié Co] ; ils diffèrent par contre très nettement du Trias situé un peu à l'Est de Na Dan.

(2) Au Sud du Lang Rac, c'est-à-dire plus à l'Est, des schistes lie de vin alternent avec des schistes altérés en brun et des schistes violets ; ils sont situés près du contact. Nous avons remarqué également l'existence de schistes violets près de la base de la nappe, plus à l'Est encore, sur les berges du Song Cau et, plus au Nord, près de Ban Key.

consistent en lydiennes ou en schistes durs à lits charbonneux, horizontaux et à lentilles de quartz étiré. Or, de l'autre côté du contact, on rencontre, parmi les lydiennes autochtones, un niveau de lydiennes charbonneuses ; nous sommes donc en droit de nous demander s'il n'y a pas apparition de ce terme sous forme de lame entraînée au sein de la nappe. Mais, sur la route de Cho Chu à Thaï Nguyen, on rencontre presque au sommet de la nappe, des couches semblables ; d'ailleurs, la route de Bac Kan permet, plus au Nord, de voir encore des schistes charbonneux intimement associés à des schistes satinés qui deviennent ensuite plus gréseux et passent à des quartzites ; nous considérons par suite ces couches charbonneuses comme appartenant en propre à la nappe et nous nous servons même de cet indice pour chercher à la dater.

B. — *Le cas des Schistes à Ptéropodes de Ban Tinh.*

A l'intérieur de la limite de la nappe, à Ban Tinh, se trouvent des calcaires noirs bréchoïdes et des schistes à Ptéropodes (*Styliola clavulus* Barrande) ; nous ne connaissons, dans toute cette partie du Tonkin, que trois gisements à Ptéropodes, leur répartition mérite quelques réflexions ; ces trois gîtes fossilifères à *Styliola clavulus* de Quang Co, de Ban Tinh et de Tong Loc à l'Est de Na Ri sont parfaitement alignés suivant une corde de l'arc de Ban Tac. Il ne faut pas exagérer l'importance de cette répartition rectiligne, en effet elle n'est pas rigoureusement conforme au plan qui est arqué, de plus, elle recoupe l'anticlinal de Cambrien que nous avons déjà étudié ; l'importance de cette dernière remarque est, il est vrai atténuée par ce fait que le Paléozoïque est renversé sensiblement autour de l'axe de cet anticlinal. Les deux gisements extrêmes sont autochtones et situés actuellement en avant de la nappe, tandis que le médian apparaît à l'intérieur de la nappe. Quelle que soit l'importance que l'on attribue à l'alignement des Schistes à Ptéropodes, il est bien difficile d'admettre que cette coïncidence soit fortuite ; nous sommes logiquement amenés à considérer les schistes de Ban Tinh comme un élément du substratum apparaissant au sein de la nappe, soit à l'état de lame arrachée, soit par suite d'un repli de la nappe, très vraisemblablement contemporain de sa mise en place ; pour expliquer la grande épaisseur de celle-ci, il est naturel d'admettre que les couches ont été repliées sur elles-mêmes (1), à moins qu'il ne se soit produit plusieurs surfaces de chevauchement.

(1) Les schistes de Ban Tinh ont une schistosité verticale. Il serait peu vraisemblable d'admettre une discordance de la nappe sur un substratum ; la schistosité de la nappe possède, en effet, un pendage très constant dirigé vers l'intérieur, c'est-à-dire vers Ban Tinh.

C. — *Le pays au nord de Ban Tinh.*

Les couches charriées sont très régulièrement disposées entre Ban Tinh et le bord de la nappe ; la direction Est-Ouest observée à Ban Key et au Sud-Ouest de Ban Tinh s'incurve brusquement au niveau de ce village et devient Nord-Est, restant ainsi en conformité avec le plan de l'arc de Ban Tac et le contour de la nappe (1). A plusieurs kilomètres au Nord de Ban Tinh la régularité parfaite n'existe plus ; vers Na Tac, les pendages sont assez variables et oscillent autour d'une direction sensiblement normale à celle de l'arc ; les calcaires sont plus abondants et apparaissent d'ailleurs en des positions différentes ; dans la région du Nui Na Tac, on voit vers les sommets des affleurements de calcaires plissés au milieu des schistes et communiquant d'ailleurs au paysage un caractère très spécial. Dans la région de Tong Xa et de Cam Fat, nous avons trouvé des schistes à *Spirifer* (2) et des calcaires à Polypiers (*Favosites*) ; les calcaires sont souvent laminés, parfois très énergiquement ; la plupart des schistes sont satinés, les schistes gris à *Spirifer*, de Tong Xa sont eux-mêmes un peu lustrés. Il est bien difficile de dire ici ce qui appartient en propre à la nappe, actuellement cela est impossible.

D. — *Le Coc Xo.*

L'exemple des environs de Ban Tinh nous a montré les réserves que nous devons apporter dans l'étude de la nappe du Nui Rao. Plus au Nord, le chemin de Bac Kan à Na Ri traverse la Nappe qui constitue en particulier la montagne du Coc Xo (1131 m.), c'est toujours le même complexe ; les schistes et ardoises sont satinés, parfois extrêmement sériciteux et le dynamométamorphisme masque peut-être quelquefois un léger métamorphisme de contact ; les couches de calcaires, parfois épaisses, sont laminées, schisteuses ; sur le flanc Est du Coc Xo, elles apparaissent en traînées nettement discontinues par suite de leur étirement ; au microscope certains calcaires montrent des filonnets lenticulaires de calcite ; les quartzites sont schisteux ou en plaquettes. Nous retrouvons ainsi dans l'aspect des couches et la texture des roches, les caractères de la nappe du Nui Rao, les grès et quartzites y sont seulement plus abondants. Nous avons aussi rencontré une brèche tectonique de lydiennes. D'après ce que nous savons et ce que nous ver-

(1) L'influence de ces deux directions sur la topographie se ressent avec une netteté remarquable dans le tracé des crêtes du Khao Ho.

(2) Gisement déjà signalé sur une carte de M. le Commandant Zeil.

rons encore bientôt, il semble qu'il y ait ici incorporation à la nappe d'éléments de substratum, mais il y a vraiment eu une assimilation si intime, quant au régime des couches et à leur structure, qu'il n'y a aucun inconvénient à tout réunir dans le même complexe. Dans la région de Tuyen Quang, la portion de nappe du Nui Rao étudiée par M. le Commandant Dussault a bien la même allure ; les calcaires y sont aussi inégalement répartis ; nous ne savons d'ailleurs pas ce qui doit y être rapporté à la nappe elle-même.

E. — *Le problème du prolongement des calcaires de Cho Moi.*

En remontant la vallée du Song Cau, de Cho Moi vers Bac Kan, on trouve une série d'affleurements calcaires qui méritent notre attention, car il est permis d'y chercher le prolongement des calcaires de Cho Moi. Nous avons déjà signalé un affleurement de calcaires à Fusulinidés situés au pied Ouest du Khao Poum Pou ; d'après l'étude de la région, ils sont entre la nappe et les lydiennes autochtones, nous les considérons également comme tels (en négligeant les entraînements certainement très importants) ; or, au Sud-Ouest, apparaissent sur la rive du fleuve, des calcaires noirs complètement laminés dont certains rappellent ceux de Cho Moi, ils sont séparés des calcaires à Fusulinidés par un millier de mètres de schistes de la nappe, nous tenons ces calcaires pour un paquet arraché au substratum et nous sommes très enclins à considérer également comme tels les calcaires et marbres que la route de Bac Kan rencontre en abondance plus au Nord, ils sont de types variés et comparables parfois à l'Anthracolithique. Au kilomètre 10 avant Bac Kan, se trouvent des marbres blancs qui, lorsqu'ils sont très laminés, rappellent beaucoup ceux de Cho Moi ; dans cette même région, on peut voir quelques lits de marbre très minces et étirés (3 à 4 centimètres) dans des schistes à lentilles horizontales de quartz recoupant peu obliquement les feuillets de schistosité ; nous sommes ici en pleine masse charriée et, si ces calcaires représentent ceux de Cho Moi, ils forment néanmoins parfaitement corps avec la nappe.

Plus au Nord encore, au Sud-Est de Bac Kan, des calcaires de type nettement anthracolithique sont situés dans les schistes satinés et grès schisteux qui constituent le Nui Ko Mou. A 6 kilomètres au Nord-Est, le chemin de Na Ri rencontre, en leur prolongement, des calcaires laminés comparables à ceux de Cho Moi, la nappe forme justement ici anticlinal, mais les calcaires reposent eux-mêmes sur des schistes satinés.

Au Sud-Est des calcaires du Nui Ko Mou, se rencontrent des marbres lités qui bien que plus largement cristallins et à lits plus épais ne sont pas essentiellement différents de ceux de Cho Moi, ils sont horizontaux et situés au moins sous une partie de la nappe. La même position tectonique peut être provisoirement attribuée à tous ces calcaires.

Nous nous trouvons entraînés à dire quelques mots du massif karstique du Kim Hi, bien qu'il soit situé au Nord de nos recherches. Nous sommes passés au Sud de ce massif en suivant le chemin de Bac Kan à Na Ri ; nous avons pu constater l'existence de deux anticlinaux de la nappe ; ils correspondent justement en direction, aux deux avancées du massif du Kim Hi vers le Sud-Ouest, l'un d'eux se prolonge par les calcaires de Cho Moi (1) ; nous nous demandons si le Kim Hi ne serait pas un massif entraîné sous la nappe comme l'arc de Ban Tac, ce qui expliquerait sa position, au Nord, au-dessus du Trias, position observée par M. Bourret.

F. — *Éléments anormaux dans la région de Bac Kan.*

A l'Est et au Sud-Est de Bac Kan, la nappe renferme quelques éléments anormaux. A 10 kilomètres de Bac Kan, s'observent, de part et d'autre de l'anticlinal signalé plus haut, des brèches schisteuses, tendres, parfois laminées et satinées ; des schistes grossiers, bréchoïdes, gris apparaissent à plusieurs niveaux peut-être par suite de répétitions ; dans la même région existent des poudingues écrasés à petits galets. M. le Commandant Dussault ayant découvert, en d'autres points du Tonkin, des poudingues dévonien, ces éléments n'ont rien d'anormal ici ; mais à côté, nous avons recueilli un échantillon roulé par un torrent, il a bien l'aspect extérieur d'un grès à débris de rhyolites ; au microscope il montre des feldspaths altérés et des quartz probablement corrodés (2). Il y aurait ici un paquet de Trias. Ces éléments grossiers rappellent ceux qui apparaissent dans la nappe à l'Est de l'ancien poste de Khao Ky. Ils sont ici inclus dans la nappe où ils sont inférieurs à une masse calcaire, leur écrasement ne permet pas d'affirmer l'existence d'éléments rhyolitiques, et ils sont associés à des grès d'aspect dévonien. M. le Commandant Zeil a figuré cet affleurement sur sa carte [1907. — Pl. VI, rivière des Ma Kouis] comme appartenant au Système X ; en réalité, ces éléments grossiers diffèrent nettement de notre brèche, il ne s'agit pas de Rhétien, mais peut-être de Dévonien ou de Trias (3).

En résumé, en étudiant la nappe du Nui Rao en bordure du pays de Quang Co, ou à l'Est du Song Cau, là où elle s'étend plus largement en surface, nous sommes en présence de ses parties profondes où les lames arrachées au substratum doivent être plus abondantes ; ainsi, en mer, le trouble des eaux annonce le rivage ou les hauts fonds.

(1) Au voisinage de l'autre anticlinal, nous avons noté la présence de calcaires de type anthracolithique et de schistes gréseux peu fissiles qui n'appartiennent peut-être pas en propre à la nappe.

(2) Quelques quartz renferment des inclusions trapues de chlorite (voir nos remarques, page 178 note 1).

(3) Ces brèches schisteuses sont à comparer à celles recueillies à l'Est de Lang Hit, près de la bordure de l'arc de Ban Tac (voir page 204, note 1).

III. — L'âge des éléments de la nappe du Nui Rao

Ce que nous avons dit de l'entraînement d'éléments autochtones par la nappe doit nous rendre extrêmement prudents dans l'estimation de l'âge de ses constituants. Nous ne pouvons faire grand cas, ni des schistes satinés à *Spirifer* de Tong Xa (F. 752), ni des calcaires à *Favosites* de Cam Fat (F. 753), ni de la ressemblance de certains grès avec ceux du Lang Rac c'est-à-dire avec du Paléozoïque, dévonien ou anté-dévonien. Ces indications proviennent, en effet, de la partie de la nappe où la présence d'éléments étrangers est à craindre. Nous avons, d'ailleurs, rencontré des calcaires qu'il convient de considérer comme anthracolithiques, d'après leur faciès. La découverte faite par M. Lantenois, de *Grammysia hamiltonensis* de Verneuil à 1300 mètres au Nord de Ba Lang (1), sur la route de Bac Kan, est déjà plus intéressante car le gisement est situé sur la rive droite du Song Cau, un peu à l'Ouest des calcaires qui représentent peut-être les calcaires de Cho Moi ; nous n'avons pas retrouvé le gisement, mais avons noté dans cette région des schistes satinés et charbonneux (*G. hamiltonensis* est une espèce du Dévonien moyen de New York). Un indice de quelque valeur est fourni par les schistes et lydiennes charbonneux ; nous avons, en effet, noté des couches charbonneuses parmi les lydiennes de la série des Schistes à *Tentaculites* et *Styliola* de Cho Moi ; M. Bourret, de son côté [1922. — fig. 7], signale, dans la région de Yen Lac, des lydiennes noires charbonneuses supportant des schistes à rognons calcaires contenant *Favosites* cf. *Goldfussi* d'Orbigny ; ces lydiennes sont dévoniennes ; il n'est d'ailleurs pas possible de paralléliser ces formations charbonneuses et celles du Rhétien, le faciès est trop différent. Nous admettons donc que la nappe du Nui Rao est formée de Dévonien (2) ce qui s'accorde parfaitement avec l'aspect des schistes lorsqu'ils ne sont pas trop satinés et avec la présence de bancs de calcaire noir ; en effet, certains de ceux-ci nous paraissent appartenir en propre à la nappe.

Comme éléments étrangers à celles-ci, nous pouvons signaler des calcaires de type anthracolithique et peut-être des grès triasiques.

IV. — L'âge du charriage

L'âge du charriage peut être déterminé avec assez de précision ; la Nappe contient probablement du Trias, d'autre part l'arc de Bañ Tac

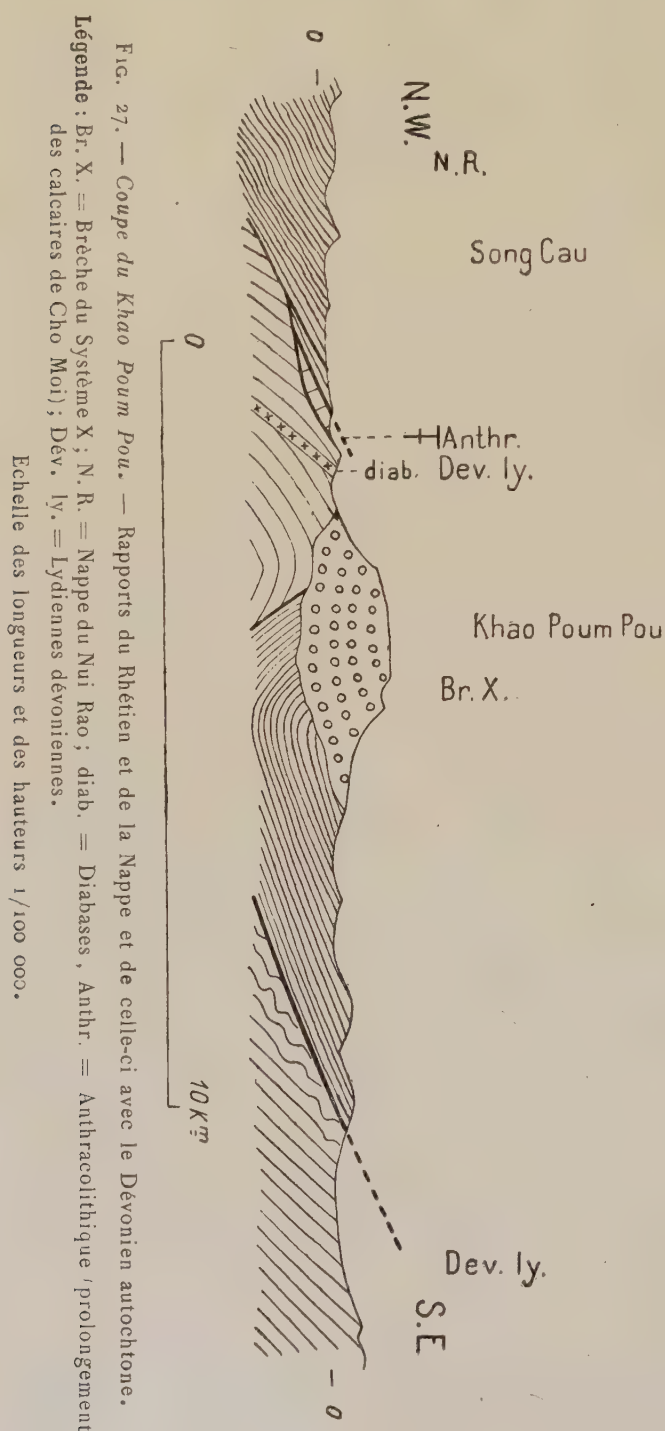
(1) Ce gisement est signalé par le Commandant Zeil [1907. — Pl. VI] sous l'indication F. 81, dans une bande de terrain rapporté par cet auteur à son « Système X ». Nous avons retrouvé l'indication du fossile dans un registre du Service Géologique ; la détermination est due à M. Mansuy.

(2) M. Jacob [1921. — p. 57] a signalé, dans la chaîne de Thanh Hoa, des grès triasiques transformés en schistes sériciteux, cette comparaison ne peut pas nous guider, la convergence de faciès venant simplement du dynamométamorphisme.

repose en contact anormal sur ce terrain et en bordure du massif du Bac Son nous avons décrit des glissements et des dislocations éner-

giques au contact du Permien et du Trias à rhyolites ; ces accidents sont évidemment en rapport avec le charriage de la Nappe du Nui Rao, celui-ci est donc plus récent que la venue des rhyolites triasiques et même, d'après ce que nous savons des rapports de la roche éruptive et des schistes à Ammonites néotriasiques du pays de Tri Lé, postérieur à ceux-ci. Voici pour la limite inférieure.

Au Nord-Est de Cho Moi, existe un massif de Brèche du système X, le Khao Poum Pou, sa position au-dessus de la Nappe, au Nord de Ban Key, ne fait aucun doute ; à l'Ouest, vers le Song Cau, la masse rocheuse des brèches domine carrément le pays à croupes adoucies, constitué par la nappe et par les lydiennes inférieures ; au Sud, le sentier qui traverse la crête au Nord de



Quang Co, permet de constater la superposition de la Brèche aux lydiennes dévoniennes et autochtones redressées verticalement. Cette brè-

che, conglomérat détritique d'âge rhétien, est donc transgressive à la fois sur la nappe et sur l'autochtone. Nous verrons en étudiant le pays à l'Ouest de Cho Chu, que la Brèche y est supérieure à la nappe des cornéennes supportée elle-même par la nappe du Nui Rao.

Le charriage s'est donc produit après le dépôt des schistes à Ammonites du Trias supérieur et avant la fin du Rhétien.

Il ne faudrait pas croire que les mouvements orogéniques ont pris fin alors, nous verrons le Rhétien de Phan Mé très incliné et même localement renversé, et les calcaires de l'arc de Ban Tac pourraient bien en quelques points être renversés sur la Brèche du Système X.

V. — Rapports de la nappe du Nui Rao et de l'arc de Ban Tac

Ce que nous avons écrit sur l'arc de Ban Tac et la nappe du Nui Rao, fait déjà pressentir ce que nous pensons des rapports de ces deux éléments. Nous avons admis que les calcaires du flanc Sud du Lang Rac prolongent à l'Ouest du Song Cau ceux de l'arc de Ban Tac et que, d'autre part, ils représentent la retombée sous la Nappe, des calcaires de Cho Moi. L'arc de Ban Tac est donc à nos yeux inférieur à la Nappe. Nous n'avons jamais vu les deux éléments au contact, mais nous ne connaissons pas de termes inférieurs à l'arc qui soient comparables à ceux de la nappe, tandis que celle-ci renferme, probablement à l'état de lames, des calcaires comparables à ceux de l'arc de Ban Tac. D'autre part, aux environs de Ban Key (à l'Est de Cho Moi), les deux unités sont très rapprochées. Il est impossible ici, soit de prolonger la nappe sous l'Arc, soit de supposer son arrêt brusque ou sa disparition par étirement, elle constitue immédiatement au Nord, une masse beaucoup trop importante. C'est par suite d'étirements et peut-être d'une érosion antérieure que les calcaires de Ban Tac apparaissent si rarement entre la nappe et son substratum autochtone, il n'y a que les calcaires de Cho Moi qui puissent représenter ceux de l'arc, pincés sous la nappe.

CHAPITRE XIII

LA NAPPE DES CORNÉENNES LES GRANITES ET LES MARBRES DE CHO CHU

1. — La nappe des cornéennes

Nous séparons arbitrairement la nappe des cornéennes de celle du Nui Rao parce que leur délimitation est fort nette. Sur le terrain, la distinction entre les micaschistes, les cornéennes, les quartzites rubanés et les schistes métamorphiques de la nappe des cornéennes et les éléments de la nappe du Nui Rao, est souvent très difficile, d'autant plus que ces roches sont fréquemment très décomposées, mais en ramassant de nombreux échantillons et en nous servant du microscope, nous sommes arrivés à tracer une limite très nette (1) entre les deux formations. Parfois cependant, le dynamométamorphisme de certains schistes empêche de se rendre compte s'ils ont subi antérieurement l'action du métamorphisme de contact.

M. Bourret [1922. — p. 225] qui était passé dans la région de Cho Chu, signalait la difficulté qu'il y aurait à délimiter les schistes cristallins charriés, des micaschistes autochtones. Les environs de Cho Chu sont un véritable bocage et nous avons craint nous-même de ne pouvoir délimiter nos terrains ; la solution a été plus aisée que nous ne pensions, nous sommes, en effet, arrivé à considérer comme charriées toutes les formations métamorphiques de ce pays. On peut voir sur la carte, qu'elles sont distribuées suivant le plan de la virgation, nous avons retrouvé partout les mêmes termes ; des types très caractéristiques comme certaines cornéennes, se retrouvent au Nord comme au Sud. En multipliant les récoltes, on pourrait certainement reconstituer de longs alignements concentriques, nous avons pu en entrevoir deux d'après les pendages et la nature lithologique (pyroxénites, gneiss (?) à 2 micas). La nappe se trouve répartie en deux aires, entre lesquelles

(1) Sauf en quelques points au Sud de Bac Kan.

la nappe du Nui Rao apparaît en anticlinal. Les cornéennes sont l'élément le plus constant de la nappe, elles sont gris foncé ou noires et, à l'œil nu, se confondent facilement avec des quartzites, elles sont compactes, grenues, ou noduleuses, souvent litées ; elles sont parfois difficiles à distinguer des micaschistes et des quartzites métamorphiques ; il existe d'ailleurs des termes de passage. Elles rappellent souvent à l'œil, les cornéennes compactes, tachetées ou litées, du Pia Oac ; M. Bourret à qui nous avons montré des préparations de nos échantillons a été frappé de leur ressemblance avec celles qu'il connaît du Pia Oac. Nous verrons cependant qu'elles ne sont pas équivalentes au point de vue géologique. Il existe aussi des cornéennes feldspathisées, difficiles à distinguer de certains gneiss, et des cornéennes pyroxéniques. Celles-ci font absolument partie du même complexe que les autres, comme cela résulte de leur distribution sur le terrain. A l'œil, il n'y a souvent aucune différence entre celles contenant du pyroxène et les autres ; de plus, des échantillons recueillis au même endroit nous ont donné des préparations différentes, quelques-unes démontrent même la variation suivant les lits, le pyroxène devenant beaucoup plus abondant et la biotite se raréfiant dans certains. Il existe aussi, d'une part, des pyroxénites, des micaschistes et gneiss à grain fin quelquefois pyroxéniques et d'autre part, des schistes micacés. Nous avons observé peu de traces nettes d'écrasement parmi les cornéennes ; les cornéennes litées sont fréquentes et ce caractère paraît provenir parfois de l'écrasement.

Par contre, au Nord-Ouest de Don Du, les faits sont plus nets, nous avons recueilli des roches qui, de l'avis même de M. le Professeur Lacroix, sont de véritables orthoamphibolites. Nous avons trouvé aussi, un peu partout, des roches à magnétite, schistes et quartzites ; ces derniers surtout sont caractéristiques ; ce sont des faciès particuliers des micaschistes ou des cornéennes, souvent la roche n'est formée que de quartz et de magnétite, mais il existe de vraies cornéennes ou de vrais micaschistes avec biotite et magnétite. Quant aux schistes, ils sont moins caractéristiques et le dynamométamorphisme ne permet pas d'y reconnaître les actions de contact, qui, de toutes façons, y sont très faibles ; nous ne connaissons ces schistes que de la région située entre 6 et 12 kilomètres au Sud de Bac Kan ; certaines alternances avec les schistes de la nappe du Nui Rao ont été observées ; ces schistes se rencontrent à assez faible distance de la limite des deux nappes et ces enchevêtrements admettent vraisemblablement une cause tectonique.

Le pendage des cornéennes, à l'Est du méridien de Cho Chu et au Nord, est remarquablement constant comme le sont plus à l'Ouest, jusqu'au Song Cau, ceux de la nappe du Nui Rao ; les couches des deux nappes ont d'ailleurs la même orientation. Tous ces pendages s'accordent à indiquer la position de la nappe des cornéennes sur l'autre ; l'inclinaison des cornéennes est seulement, en moyenne, un peu plus forte. Nous ne connaissons qu'un exemple franc d'interpénétration des nappes par entraînement d'une lame ; à 2 kilomètres à l'Est-Nord-Est de Bac Kan, s'observent des cornéennes noires probable-

ment écrasées qui, d'après les différents pendages observés dans la région, sont séparés de la masse principale de la nappe par une lame de schistes très fissiles du type de la nappe du Nui Rao (1).

Nous avons cité déjà l'écrasement de certaines roches donnant, par exemple, des orthoamphibolites ; nous avons noté la constance du pendage de la schistosité au Nord-Est de Cho Chu, ce sont bien là des caractères d'éléments charriés, mais nous n'avons pas remarqué d'exemples frappants de dislocations dues aux mouvements tangentiels, sauf au Deo So à 12 kilomètres au Nord-Ouest de Cho Chu, où des schistes tachetés sont en bancs horizontaux séparés par des bancs en minces plaquettes, et donnent bien l'impression d'avoir subi des dislocations tangentielles.

A 15 kilomètres à l'Ouest de Cho Chu, la vallée du Song Day permet d'observer la superposition des schistes tachetés à des schistes gréseux et des grès schisteux non métamorphiques (Fig. 29) de la nappe du Nui Rao, il s'agit ici de la portion qui s'étend à l'Ouest des cornéennes, vers Tuyen Quang. La superposition des schistes tachetés est nette, indiquée par les pendages et par leur position à un col de part et d'autre duquel se retrouvent les mêmes termes ; il n'y a d'hésitation que dans l'attribution de certaines roches à la série métamorphique ou à l'autre, mais le métamorphisme est bien maximum dans les termes les plus élevés. Un peu au Nord, dans la montagne, des morceaux de brèche tectonique de silex avoisinent les cornéennes et schistes tachetés. A l'Ouest, à Ban Kei, la nappe du Nui Rao renferme des calcaires parfois complètement laminés, à structure lenticulaire, se débitant très facilement suivant les plans d'étirements.

Nous ignorons totalement l'âge de ces cornéennes, elles sont bien identiques à celles recueillies au Pia Oac par M. Bourret, mais celles-ci sont justement postérieures aux charriages. Cette comparaison amène à se demander si le cas du Pia Oac ne se reproduit pas près de Cho Chu. Pareille hypothèse est inadmissible. Le granite apparaît bien à Cho Chu, mais il est lui-même charrié comme nous allons le voir. Or, il est impossible qu'une masse aussi importante de cornéennes et de schistes de contact ait été mise au jour sans que le granite métamorphisant n'ait apparu lui-même. D'autre part, les cornéennes, bien qu'elles passent parfois aux micaschistes, représentent des roches de contact qui, primitivement, n'ont pas dû constituer une auréole bien large autour du granite, leur puissance actuelle nous paraît résulter d'une accumulation et d'un empilement d'origine tectonique. Rappelons enfin, que nous avons admis que les cornéennes qui apparaissent à l'Est de Bac

(1) A 5 kilomètres de Bac Kan, dans le prolongement de ces cornéennes, des schistes paraissent encore s'intercaler dans la nappe, mais les roches sont ici trop altérées pour permettre de conclure.

Kan sont séparées de l'affleurement principal par une lame de schistes de la nappe du Nui Rao — que nous avons observé la superposition des schistes tachetés à la nappe du Nui Rao dans la vallée du Song Day — enfin que les cornéennes appartiennent au même complexe que les orthoamphibolites des environs de Don Du.

L'âge du charriage est le même que celui de la nappe du Nui Rao, comme nous le verrons après avoir étudié des granites de Cho Chu.

II. — Les granites et les marbres de Cho Chu

L'étude de l'arc des marbres de Cho Chu est inséparable de celle des granites de cette région ; la coupe que nous allons en donner nous permettra immédiatement de résoudre les relations de ces deux éléments et de lever les scrupules qui pourraient subsister en nous, quant au charriage des granites ; ceux-ci se présentent en lames au sein des marbres.

Les marbres de Cho Chu dessinent un arc concave vers l'Ouest s'infléchissant progressivement du Nord-Est au Nord (1). Ces marbres sont blancs, extrêmement fétides et formés de larges cristaux de calcite. Vers l'Est, ils reposent sur une sorte de socle formé de micaschistes ou de quartzites métamorphiques comme à Na Cap au Sud de Cho Chu ou sur des schistes à pyroxène, c'est-à-dire sur la nappe des cornéennes. D'ailleurs, la trouée du Song Cho Chu permet de constater en un point une inclinaison presque nulle vers le Sud-Ouest, elle est conforme au plan général de la nappe ; enfin, plus au Nord, en franchissant le col du Keo Pon, on voit nettement les marbres dominer les micaschistes et leur base à peine plus élevée (4m.) à l'Est qu'à l'Ouest ; l'extrême faiblesse de ce pendage sera encore confirmée par la disposition des lames de granité. Les superpositions observées et les pendages concordent ; les marbres presque horizontaux, à peine inclinés vers l'Ouest, sont supérieurs à la nappe des cornéennes.

Nous n'avons pas trouvé trace de brèche au contact des micaschistes, mais on sait aujourd'hui que le faciès mylonitique n'est pas constant le long des surfaces de charriage ; d'ailleurs, marbres et cornéennes ne sont que les éléments d'une même nappe. Nous les avons séparés arbitrairement pour faciliter l'exposition.

Nous avons franchi l'arc des marbres à un kilomètre au Nord du Keo Pon, au niveau de Lang Zieng ; cette ascension permet de dresser une coupe très instructive. Au point de vue du métamorphisme, tout d'abord elle permet de constater que celui qui a marmorisé si largement

(1) Nous avons trouvé un bloc de marbre rappelant ceux de Cho Chu, près du poste de Don Du, c'est le seul que nous avons rencontré hors de l'arc et de son voisinage immédiat.

les calcaires à transformé les phthanites en quartzites que l'on trouve tantôt en place dans les marbres, tantôt sous forme d'éboulis ; ces quart-

zites renferment de la magnétite, parfois de l'ilménite ou du grenat.

Ensuite, au point de vue tectonique, elle permet de constater l'enchevêtrement des marbres et de lames de granite ; l'on n'observe, il est vrai, les granites qu'à l'état de blocs détachés, mais, sur le versant occidental à deux niveaux, on les trouve seuls alors qu'ils manquent entre temps ; et sur l'autre versant, les granites et les marbres régissent alternativement presque exclusivement. La coupe que nous figurons a été relevée au baromètre, la correspondance des affleurements des deux versants est tout à fait remarquable. Nous avons reconnu deux ou trois lames de granite, celle dont nous doutons est la plus inférieure ; elle serait moins épaisse et son inclinaison serait d'ailleurs légèrement différen-

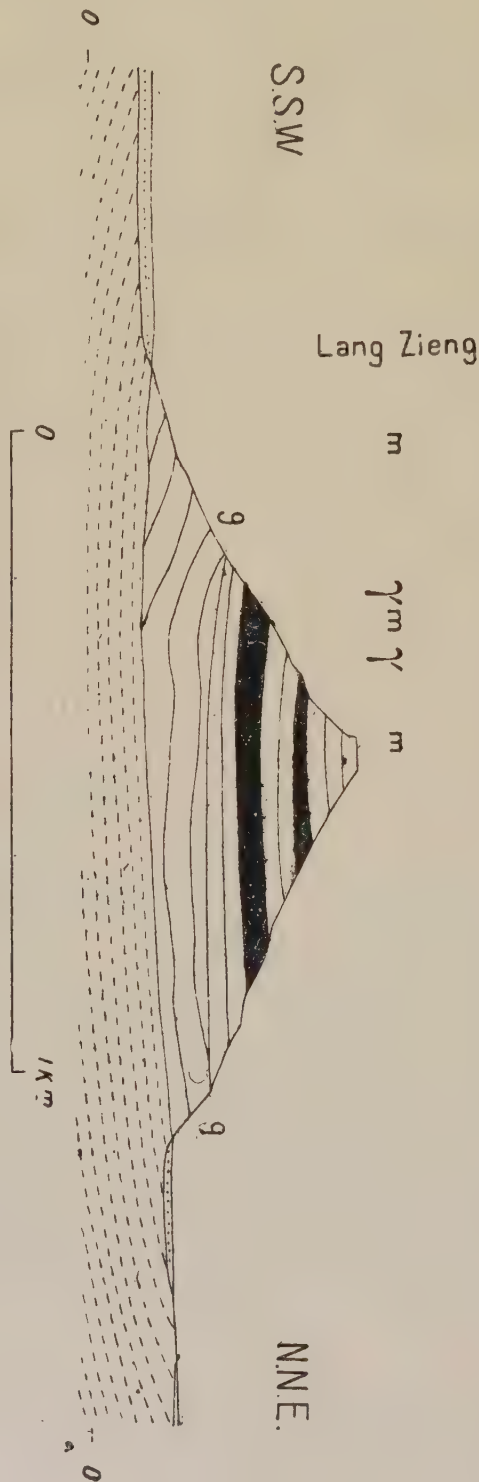


FIG. 28. — Coupe de l'Arc des Marbres de Cho Chu au niveau de Lang Zieng.

Légende : En traits discontinus = Micascistes de la nappe des cornéennes ; En blanc = Marbres (m) ; En noir = Granite (g) ; S-g = lame inférieure hypothétique d'épaisseur presque nulle, les débris de granite observés à la crête ne sont pas indiqués. La coupe a été levée au baromètre et au podomètre, aucune retouche n'a été faite, même pour uniformiser l'épaisseur des lames.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/12.000.

té de celle des lames supérieures. Il en a existé d'autres plus élevées; en effet, nous avons trouvé des blocs de granite, gros comme des dalles de trottoir, au milieu des rochers de marbre et à deux mètres seulement de la crête, celle-ci est très étroite; ces granites n'ont été apportés ni par l'homme ni par les eaux, ils proviennent d'une lame supérieure, disparue aujourd'hui par érosion. Les granites récoltés sont d'aspect très différents, granites à cordiérite, granites porphyroïdes écrasés, granites blancs; l'écrasement est visible parfois à l'œil nu ou se manifeste soit par les extinctions très onduleuses soit par l'écrasement des quartz et feldspaths.

Les granites ne se rencontrent pas seulement ici, ils forment une longue bande relativement étroite qui s'interrompt peut-être un peu à l'Ouest de Cho Chu.

Les types sont encore assez variés, les granites porphyroïdes à cristaux d'orthose, plus ou moins gros, dominant; ils sont toujours plus ou moins écrasés, parfois très faiblement; leurs gros cristaux d'orthose s'orientant généralement, ils prennent souvent à l'œil l'aspect de gneiss, mais nous n'avons recueilli qu'un échantillon que l'on puisse considérer comme tel après examen au microscope, c'est un gneiss à grenat. Nous avons vu que, vers l'Est, les granites reposent sur la nappe des cornéennes par l'intermédiaire de l'arc des marbres de Cho Chu qui s'effile d'ailleurs et disparaît au Nord comme au Sud. Vers l'Ouest les pendages observés dans les micaschistes au voisinage du contact concordent aussi avec leur position sous les granites, c'est le cas sur la route de Tuyen Quang, sur les chemins du Deo So et du Deo Phuong. Route de Tuyen Quang, des blocs de granite porphyroïde écrasé se voient au voisinage de quartzites à magnétite de la série des cornéennes; entre ceux-ci et les granites, se rencontrent des blocs de brèche tectonique typique de quartz; les quartzites paraissent présenter des diaclasses horizontales. De son côté, le chemin du Deo Phuong, à l'Ouest de l'extrémité nord de l'arc des marbres, permet de voir à la limite des granites et des cornéennes, une brèche de quartz et de cornéenne, située à une certaine de mètres à l'Ouest d'un gneiss à deux micas qui, par son pendage, lui est supérieur. Tous les faits observés s'accordent donc bien entre eux, les granites constituent un élément tectonique supérieur à la nappe des cornéennes (1); mais la séparation n'existe certainement qu'au point de vue lithologique et dans notre exposé; il serait plus juste de dire que, dans la nappe des cornéennes et des granites, ceux-ci sont supérieurs à celles-là.

La disposition en arc de largeur relativement faible des granites, l'importance comparative de l'étendue des roches métamorphiques

(1) Au Nord de l'arc des marbres, au Deo Kam Lang, nous avons noté la succession suivante à partir du granite: micaschistes — gneiss — pyroxénites; les blocs de micaschistes et de pyroxénites n'étaient pas en place mais probablement peu déplacés; cette succession s'accorderait mal avec une disposition en auréole.

s'accorderaient d'ailleurs mal avec l'hypothèse qui considérerait les granites comme un batholite apparaissant au milieu de son auréole. La position des lames de granite au Nord du Keo Pon évite, d'ailleurs, toute discussion. Il serait vraiment bien curieux que des granites se soient formés de façon normale justement en un point où il existe des granites charriés, il n'y a pas d'autres affleurements aux alentours.

Notons que, plus au Nord, exactement dans le prolongement de la bande des granites de Cho Chu, se trouvent, au Nord-Ouest de Bac Kan, ceux du Phia Bioc, que M. Bourret a considérés comme également charriés.

Nous devons signaler la découverte d'un galet de cinérite au Nord-Ouest de Quang Nap, il ne peut provenir que du voisinage du contact des granites et des schistes cristallins. Cette indication de roches d'origine rhyolitique est un peu surprenante ici, il peut s'agir d'un paquet entraîné entre les granites et la série des cornéennes (1).

(1) En revoyant des roches rapportées par M. le Commandant Dussault, nous avons reconnu également des roches d'origine rhyolitique parmi des échantillons recueillis, non en place, avec des gabbros, sur les flancs du Nui Ton Denh ; leur origine est aussi problématique.

CHAPITRE XIV

LES POUDINGUES RHÉTIENS ET LES GABBROS DE LA RÉGION DE CHO CHU

Nous avons réservé l'étude des accumulations de gabbros et de poudingues, situées aux environs de Cho Chu parce qu'elles sont surajoutées aux formations charriées.

Les poudingues rhétiens ou Brèches du Système X, forment une longue chaîne méridienne qui se prolonge jusque près du Tam Dao ; ils ne constituent ensuite qu'une série d'affleurements isolés s'étendant vers le Sud-Est en direction de Thaï Nguyen et dont le plus célèbre est celui de Phan Mé. M. le Commandant Dussault a nommé cette formation de grès et de poudingues, série de Luc Ra, du nom d'un sommet de la chaîne. Les poudingues ou brèches ne diffèrent pas au fond de la Brèche du Système X rencontrée plus à l'Est ; ce sont des poudingues, parfois bien nets, riches en quartz, en phtanite, en lydienne et en jaspe souvent vert ; par altération, la roche peut être grise, plus ou moins claire ; par enrichissement en lydienne, elle passe à une brèche ; la couleur claire et la plus grande abondance de quartz la différencient parfois, près de Huong Son par exemple, du type normal de la Brèche du Système X que nous connaissons ; elle rappelle alors beaucoup les poudingues rhétiens du Sud d'An Chau. L'ancienne route de Cho Chu à Tuyen Quang traverse cette formation ; nous y avons observé des grès compacts à traces charbonneuses et des schistes lie de vin non fissiles. Dans cette région, mais un peu plus au Nord, a été trouvé du charbon, nous en avons vu un bel échantillon qu'avec son habituelle complaisance, M. Liénert, Administrateur à Cho Chu, a bien voulu nous communiquer. La formation se voit en place près du col que franchit la route, mais à l'Est et à l'Ouest on trouve des termes divers de la série des cornéennes. Celles-ci s'observent dans la vallée du Song Day qui coule pendant 2 kilomètres entre les crêtes de brèche ; la superposition de cette dernière formation aux cornéennes est évidente ; celles-ci étant elles-mêmes comme nous l'avons déjà vu, en particulier ici-même, superposées à la nappe du Nui Rao, il en résulte que la brèche est supérieure aux nappes du Nui Rao et des cornéennes. La

Brèche n'a d'ailleurs pas l'aspect d'un élément charrié, on y remarque bien quelques surfaces de friction, mais celles-ci se produisent inévitablement lorsqu'une masse aussi importante de roche dure se plisse quelque peu ; nous avons vu que des schistes non fissiles appartiennent

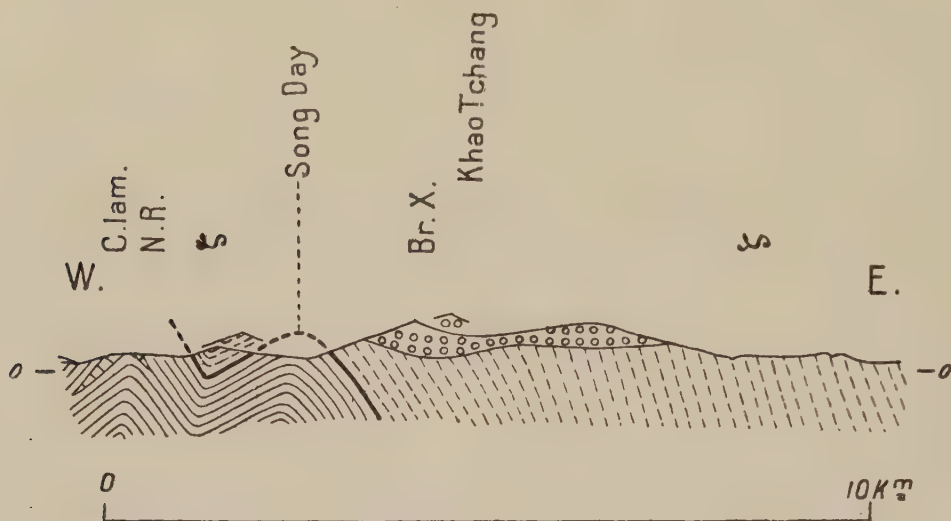


FIG. 29. — Coupe à travers la crête des Poudingues rhétiens, la nappe du Nui Rao et la nappe des cornéennes, le long de la route abandonnée de Cho Chu à Tuyen Quang.

Légende : Br. X. = Brèche du Système X ; S = Nappe des cornéennes ; N. R. = Nappe du Nui Rao ; C. lam. = Calcaires laminés appartenant à la nappe du Nui Rao.

Echelle des longueurs et des hauteurs 1/100.000.

au même complexe. Mais c'est surtout la répartition de la Brèche qui prouve que sa formation est postérieure aux charriages ; la brèche constitue, en effet, des masses reposant aussi bien sur la nappe du Nui Rao que sur les granites ou les cornéennes, leurs contours sont indépendants de ceux des termes inférieurs ; il est, d'ailleurs, très simple de remarquer que les affleurements de Brèche dessinent un arc convexe vers le Nord-Est et dont le plan est tout à fait discordant par rapport à celui des éléments charriés qui se disposent suivant des courbes convexas vers le Nord-Ouest, la brèche apparaît donc nettement comme une formation surajoutée postérieure à la mise en place des nappes. Nous étions déjà arrivés à cette conclusion en étudiant la brèche du Khao Poum Pou dans la région de Cho Moi ; M. le Commandant Dussault [1922. — p. 555, et in Jacob-1921. — p. 159] considérait au contraire la brèche comme inférieure à la nappe, il n'avait d'ailleurs pas poussé ses recherches aussi au Nord que nous et en particulier n'avait pas étudié la brèche au passage de la route de Cho Chu à Tuyen Quang.

Les gabbros constituent deux forts massifs, l'un au Nord de Cho Chu, l'autre à l'Ouest de Don Du ; ils forment ici toute la masse du Nui

Tchoua qui n'est malheureusement accessible que du côté où il domine une large plaine d'alluvions. Au Nord de Cho Chu, ils constituent la crête de Pou Ca Tan et du Pou la Com. Leur position au-dessus des cornéennes est très nette ; en gravissant le Khao Qué, on constate que les cornéennes disparaissent au Nord et au Sud à la même altitude, les gabbros forment la masse des hauteurs. Ils dominent les granites et les cornéennes, la direction de celles-ci ne subit aucune déviation à leur voisinage, l'orientation des couches montre qu'elles se continuent sous le massif qui leur est donc superposé. La forme du contour, l'étendue et la position dominante des gabbros indiquent qu'ils se sont épanchés à la surface des cornéennes et qu'ils ne représentent pas seulement un remplissage de bouche d'éruption. Le terme le plus fréquent est un superbe gabbro à olivine, il est accompagné de gabbros plus fins à forme diabasique et de microgabbros ; les gabbros du Pou Ca Tan sont identiques à ceux du Nui Tchoua ; à l'Est de la chaîne du Luc Ra, quelques affleurements moins importants relient ces deux gros amas. On y recueille des roches identiques, sauf près de Quang Nap où l'on rencontre des gabbros à grain plus fin, envahis secondairement par de la micropegmatite.

Le massif constitué par les gabbros du Nui Tchoua dépasse la plaine de plus de 400 mètres, ceci donne une idée de l'importance de leur épaisseur ; on arrive à un chiffre identique au Pou Ca Tan.



FIG. 30. — Les gabbros à la crête du Khao Qué (altitude 650 m), d'après une photographie.

Ces gabbros sont d'une grande fraîcheur, les échantillons sont surtout extraits de blocs roulés par les torrents ; les feldspaths y sont très limpides. Par leur conservation parfaite, ces roches contrastent avec les granites des environs ; elles paraissent beaucoup plus récentes. Nous les considérons d'ailleurs comme venues après le charriage ; la traînée qui longe la chaîne du Luc Ra recoupe, en effet, les bandes constituées par les différents termes charriés, nappe du Nui Rao, cornéennes et granites ; de même, les gabbros du Pou Ca Tan recouvrent aussi bien les granites que les cornéennes.

Les gabbros sont en général intacts, cependant nous connaissons un échantillon écrasé du Khao Qué et un du Pou Ca Tan, et en gravissant cette dernière montagne, nous avons vu une petite faille au contact de laquelle la roche est complètement écrasée. Des écrasements locaux doivent forcément se produire dans une masse de roche éruptive subissant quelque plissement, ils ne prouvent rien au point de vue tectonique. Par contre, il ne faut pas oublier que la fraîcheur et l'absence d'écrasement signifient, de leur côté, bien peu de chose ; Suess [1918. III. — p. 1498, p. 1540] a cité, en Norvège, le gabbro à olivine de Sulitelma et les amphibolites de Tarrekaise qui les prolongent dans la zone charriée ; il a signalé, encore dans ce pays, la longueur extraordinaire, de filons-lits *contemporains du plissement*, formés de gabbros, d'adamellites, de granites etc..., les granites sont généralement froissés tandis que certaines venues de gabbros ne le sont pas. Cette comparaison pourrait autoriser à admettre que les gabbros du Nui Tchoua et du Pou Ca Tan sont antérieurs aux charriages ou peut-être contemporains, selon les vues de M. Jacob au sujet des roches vertes indochinoises. Seule, la disposition des massifs et la distribution suivant un arc discordant par rapport à ceux des terrains charriés nous autorisent à considérer les gabbros comme épanchés sur ceux-ci.

On pourrait objecter qu'il existe des micaschistes au Nord du Nui Tchoua et qu'entre ceux-ci et les gabbros se recueillent des schistes à amphibole. M. le Professeur Lacroix n'hésite pas à les considérer comme provenant de l'écrasement de roches éruptives basiques, ce sont des orthoamphibolites ; il serait ainsi permis de se demander si elles ne résultent pas de l'écrasement des gabbros. D'après les échantillons rapportés de la région de Tuyen Quang et du Nord du Tam Dao par M. le Commandant Dussault, des gneiss à pyroxène et d'autres schistes cristallins basiques existent un peu partout dans les pays de gneiss et de micaschistes (1), ils nous paraissent représenter des roches, écrasées ou non, antérieures à nos gabbros dont ils sont souvent éloignés ; ceux-ci,

(1) Au Nord de Quang Nap, au voisinage de diabases que nous rattachons hypothétiquement à la série des gabbros, nous avons trouvé un bloc de joli gneiss à pyroxène, mais son origine métamorphique est indubitable.

il est vrai, auraient pu disparaître sans laisser aucune trace (1). La coïncidence du Nui Tchoua nous paraît sans portée car elle ne se retrouve pas auprès du massif du Pou Ca Tan, où, en fait de roches basiques, on n'observe que des cornéennes à pyroxène qui n'ont aucun rapport avec les gabbros tant par leur répartition que par leur nature. Nous devons cependant signaler qu'un échantillon éboulé, recueilli sur le flanc Nord du Pou Ca Tan, correspond à un roche pyroxénique écrasée ayant eu primitivement un gros grain ; celle-ci peut aussi bien appartenir à la série des micaschistes, que l'on rencontre un peu plus bas, qu'au massif de gabbro. L'altération des orthoamphibolites et surtout l'absence de termes intermédiaires entre celles-ci et les gabbros du Nui Tchoua s'opposent, d'ailleurs, au rapprochement de ces deux termes.

Les gabbros scandinaves vont nous permettre, à ce sujet, une nouvelle comparaison. Suess [ibid. p. 1540], en supposant, comme M. Jacob, que l'injection peut sortir des surfaces de charriage, pense en effet que les traînées d'amphibolite le long du chevauchement calédonien sont des injections de ce genre et que les gabbros à olivine de Sulitelma se prolongent dans l'amphibolite du Tarrekaise et du Sarjek, c'est-à-dire dans la zone charriée. Appliquant dans le temps ce que Suess supposait dans l'espace, nous sommes autorisé à nous demander si les orthoamphibolites du Nord de Don Du ne représentent pas les gabbros venus au cours du charriage ; l'émission se serait, sans discontinuité, prolongée après la mise en place des nappes et aurait donné les gabbros du Nui Tchoua. Cette hypothèse extrêmement vraisemblable concilie nos observations et les vues de M. Charles Jacob.

Nous n'avons aucun renseignement quant aux rapports de la Brèche du Système X et des gabbros ; d'après la position de ceux-ci au pied de la chaîne du Luc Ra, il semble que la brèche soit plus récente, les gabbros seraient donc venus peu de temps après les charriages, la question est encore à résoudre.

Les gabbros présentent quelques particularités ; nous avons, au Khao Qué, recueilli dans un ravin du versant Sud, des échantillons à très gros éléments qui nous paraissent marquer la transition entre la roche normale et des *brèches de segmentation* ; tel est en effet le nom qui nous paraît convenir à des roches d'aspect bréchoïde où de gros morceaux de diallage presque pur sont séparés par un fond cristallin, grenu, ultra-leucocrate ; on rencontre même des blocs formés, les uns de diallage presque pur, les autres de cet élément ultra-leucocrate. Près de la croupe, on observe à la faveur de rigoles, des filonnets blancs traversant la

(1) En pointant sur une carte géologique les gisements où M. le Commandant Dussault a récolté des schistes basiques, on remarque que ceux-ci semblent avoisiner le contact du cristallophyllien et de la nappe du Nui Rao ; ces observations auraient besoin d'être multipliées encore, elle paraissent d'ailleurs étrangères à la question des gabbros.

masse des gabbros, ils sont malheureusement très altérés ; ils sont formés de feldspath, non de quartz. Ces éléments blancs que l'on pourrait nommer aplites syénitiques ou monzonitiques représentent certainement un résidu du magma, ayant cristallisé dans les fentes de la masse déjà solidifiée. Nous avons recueilli un bloc de pegmatite au milieu de ceux de gabbros vers la base du Khao Qué, cette roche n'est pas plus blanche qu'un granite charrié de l'arc des marbres. Logiquement, elle peut être attribuée aussi bien au substratum des gabbros qu'à un filon contemporain de leur mise en place, ou postérieur ; cependant, il est fort vraisemblable qu'il s'agit encore d'un résidu du magma des gabbros.

CHAPITRE XV

LA RÉGION DE PHAN MÉ ET DU TAM DAO

Nous allons assister au Nord-Est du Tam Dao à la rencontre des éléments charriés précédemment étudiés et de l'autochtone. Les éléments que nous décrirons sont donc, d'une part ceux dont nous venons de terminer l'étude, nappes de Nui Rao et des cornéennes, d'autre part le substratum cristallin, quelques rares affleurements de Paléozoïque et surtout le Trias et ses rhyolites, enfin, par-dessus tout cet ensemble, les poudingues rhétiens et quelques gabbros. Les éléments les plus importants au point de vue de leur étendue sont les Rhyolites, le Trias et le Rhétien.

Le substratum cristallin n'apparaît qu'au Sud-Ouest, dans la plaine alluviale entre Vinh Yen et le Tam Dao, et au pied de cette montagne ; nous avons observé dans la plaine, des granites à sillimanite et des micaschistes à fibrolite, types très nets qui ne prêtent pas discussion ; au pied du Tam Dao, nous sommes en présence du contact du cristallin et des rhyolites ; celles-ci sont fréquemment très laminées, les quartz corrodés apparaissent extrêmement déformés dans une pâte écrasée et chargée de mica blanc, il est très difficile de distinguer sur le terrain ce qui est cristallophyllien et ce qui est éruptif ; à l'œil, nous avons pris plusieurs fois des gneiss pour des rhyolites laminées ; au microscope la séparation n'est pas toujours possible. Comme près de Moncay, nous trouverons des roches pseudo-grenues à micropegmatite, représentant les rhyolites ; si celles-ci sont rendues méconnaissables par écrasement, comment pourrions-nous espérer les distinguer des véritables granites écrasés ? Nous étendons les affleurements du cristallophyllien jusqu'à la ferme Yen My située à 5 kilomètres au Nord-Est de Phuc Yen, la roche y est extrêmement écrasée mais trop quartzreuse pour qu'elle représente des rhyolites ; nous ne croyons pas qu'il s'agisse non plus de micropegmatite écrasée ; il serait téméraire d'être affirmatif.

Le Paléozoïque autochtone n'est représenté que par quelques rochers calcaires qui apparaissent dans la plaine alluviale près de Thaï Nguyen, et par les calcaires et lydiennes qui, au pied de Tam Dao, émergent

de la même façon des alluvions au Nord de Ky Phu, et sont peut-être dévoniens.

Bien que les rhyolites ne représentent pas le terme le plus inférieur du Trias, elles seront décrites en premier ; elles constituent, en effet, une formation-repère très précieuse et ne prêtent pas, comme le reste du Trias, à confusion avec d'autres terrains. Elles constituent à elles seules presque toute la chaîne du Tam Dao, elles se présentent avec les mêmes aspects que dans les autres régions de l'Est du Tonkin. Un peu au Nord de Ky Phu, à My Trang, au bord de la plaine, nous avons récolté quelques échantillons de roches acides très altérées, nous n'hésiterions pas à en faire des granites si elles ne contenaient pas de la micropegmatite en grande quantité. My Trang est dominé par la masse des rhyolites du Tam Dao. Nous avons vu près de Moncay, dans un massif semblable, apparaître des roches pseudogrenues à micropegmatite qui doivent être considérées comme une forme profonde des rhyolites. Un peu au Nord-Ouest, à La Bang, M. le Commandant Dussault avait recueilli, également au pied du Tam Dao, de ces pseudo-granites à micropegmatite (1). Au Sud des mines de Phan Mé, s'élève le Nui Phao ; à sa base nous avons recueilli en place de la pegmatite à structure graphique ayant à l'œil l'aspect d'un granite, avec tourmaline, muscovite et damourite ; à Trai Khuon Linh, un peu à l'Ouest, un torrent descendant de la montagne roule des granites à micropegmatite rare et à larges mailles, des micropegmatites avec tourmaline associée pegmatitiquement au quartz, des rhyolites vitreuses à quartz corrodés, plus ou moins écrasées. Il semble bien que tous ces termes correspondent à un même complexe, pourtant la présence de tourmaline dans les pseudo-granites annonce des roches de filons profonds ; mais peut-être ces roches expliquent-elles la cristallisation large du magma rhyolitique par suite d'actions pneumatolytiques.

Nous avons, d'autre part recueilli, au Nord de l'ancien blockhaus de Van Lang, un galet d'une belle micropegmatite montrant au microscope, de la pegmatite assez bien développée et de la micropegmatite, *de la biotite mais pas de muscovite* ; ce sont donc des roches bien différentes des pegmatites.

Au Nord-Ouest du Nui Phao, à l'Est du Poste de Huong Son, on rencontre des pegmatites à biotite plus ou moins écrasées, parfois bréchoïdes, elles avoisinent des pyroxénites schisteuses qui doivent être rattachées à la série métamorphique charriée et n'ont rien à voir avec l'origine de ces roches pseudo-grenues, ces pyroxénites ne sont pas en rapport avec les venues minéralisatrices qui auraient pu accompagner les puissantes émissions rhyolitiques et qui, par leur action pneumatolytique auraient agi aussi bien sur les laves épanchées que sur leur

(1) De l'autre côté de la masse rhyolitique, entre celle-ci et la nappe du Nui Rao, M. Dussault a reconnu un petit affleurement de granulite. Nous ne pouvons pas dire à distance, s'il s'agit du substratum cristallin ou d'un élément intrusif.

substratum. Nous n'avons, par ailleurs, jamais constaté de métamorphisme au contact des représentants pegmatoïdes des rhyolites.

De même que près de Moncay, nous considérons ces roches granitoïdes comme du magma rhyolitique largement cristallisé ; il a été plus ou moins modifié par les minéralisateurs.

Il existe à Dong Bi, au pied du massif de rhyolite du Tam Dao, des schistes qui nous ont donné des Lamellibranches (F. 594) ; leurs empreintes sont très déformées, les espèces de comparaison sont, sauf une, ladinienues ou carniennes, mais l'on peut dire seulement qu'il s'agit de Trias. D'après les pendages de la région et du gisement, cette formation schisteuse est inférieure aux rhyolites du Tam Dao. L'extrémité Sud-Est de cette montagne n'est pas constituée de roche éruptive, mais de schistes (1) ; d'après les pendages observés près du Deo Nhi, ceux-ci seraient supérieurs à la Rhyolite. A Ha Dat existe un grès feldspathique ou à débris rhyolitiques.

Ces schistes du Tam Dao rappellent le type ordinaire du Trias (2), mais dès le pied de la montagne apparaissent des schistes lie de vin parfois accompagnés par les autres. Ici surgissent des difficultés pour l'établissement des levers détaillés, il existe aux environs de Thaï Nguyen, deux Terrains Rouges, l'un est triasique par analogie, sa position par rapport aux Poudingues de Luc Ra ou Brèches du Système X est bien nette dans la région des crêtes de grès et poudingues qui s'étendent parallèlement au Tam Dao entre celui-ci et Thaï Nguyen ; l'autre est attribuable au Rhétien et probablement postérieur aux Poudingues. Dans tout le pays bas qui s'étend autour de Thaï Nguyen, les observations stratigraphiques deviennent impossibles. Ces Terrains Rouges correspondent dans la topographie à un pays de petites buttes rappelant souvent, par leur forme, les downs de la craie ; dans ces parages, les restes de la nappe du Nui Rao donnent le même relief. Au Sud de Thaï Nguyen, il est impossible le plus souvent, de dire sur quelle formation on se trouve, schistes ou grès altérés, latérites ; la coloration des roches est complètement changée par la latéritisation qui tantôt les rubéfie, tantôt les blanchit. On conçoit qu'il est impossible de séparer le Terrain Rouge rhétien de celui du Trias ; aux environs mêmes de Thaï Nguyen, il paraît s'agir de Rhétien, en particulier au bac où affleure un grès brun calcaire. Du charbon a été autrefois reconnu à Thaï Nguyen même.

La position des poudingues par rapport aux charbons rhétiens est très nette au Sud de Phan Mé, et plus au Sud-Est au Nui Son Cam ;

(1) Au point de vue géographique, il est intéressant de constater que la masse rhyolitique n'est que faiblement entamée par les torrents ; tandis que ceux-ci pénètrent profondément dans la chaîne lorsqu'elle est formée de Trias sédimentaire.

(2) Nous rattachons avec le plus grand doute au Trias, les grès et quartzites injectés, parfois de filonnets de quartz comme à Luc Ba ou à Luc Dao, parfois de quartz et d'oxyde de fer comme au Sud de la cote 250 entre ces deux localités. Ces quartzites forment les crêtes bordant au Nord la plaine alluviale de Ky Phu.

ils forment des crêtes allongées parallèlement aux affleurements de charbon qui sont à leur pied, ces formations d'après leurs pendages sont inférieures ; en réalité, il faut considérer la couche charbonneuse comme constituant la base de la formation comprenant les Poudingues de Luc Ra ou Brèches du système X. Celle-ci se continue, loin au Nord (1), parallèlement au Tam Dao puis en s'infléchissant vers le Nord et décrivant l'arc concave vers l'Est, que nous avons déjà rencontré.

Ce Rhétien bien que postérieur aux charriages a subi de forts plissements ; à Phan Mé, le calcaire noir charbonneux est extrêmement écrasé et surtout la grande couche est toujours très inclinée, le pendage dominant est de 70° , parfois les couches sont verticales et même se renversent. On observe dans le Rhétien, entre Phan Mé et Thaï Nguyen, deux directions, l'une parallèle au Tam Dao, l'autre normale, ceci doit résulter de l'interférence de deux efforts.

Les traces de dislocations observées dans les formations anté-rhétien-nes s'expliquent très facilement par le passage de la nappe qui, bien entendu, s'étendait plus au Sud que ses affleurements actuels. Au Sud-Est du Tam Dao, les schistes supérieurs aux rhyolites renferment, au col situé au Nord de Thanh Loc, des veines de quartz injecté suivant les plans de schistosité, mais ils ne sont pas satinés comme les schistes de la nappe du Nui Rao.

Nous étendons la nappe du Nui Rao jusqu'à Phan Mé, en nous basant sur l'allure des couches, schistes satinés ou écrasés, couches à schistosité sensiblement horizontale, couches lenticulaires légèrement inclinées, etc... (2).

C'est vers le Nord que le contact de la nappe et de l'autochtone est le plus intéressant. Nous avons signalé à l'Est de Huong Son, des rhyolites pegmatoïdes et bréchoïdes ; un peu au Nord, on exploite pour la route, des pyroxénites schisteuses à petits plis en miniature, nous les rattachons à la nappe qui vient ainsi en contact avec les rhyolites. Plus à l'Ouest, à Vy Xuyen, M. le Commandant Dussault a recueilli une brèche tectonique typique de calcaire à faciès nettement anthracolithique qui peut représenter soit un terme de l'autochtone ramené par la nappe, tel qu'un équivalent des calcaires de Ban Tac, soit un

(1) On a récemment trouvé du charbon à Phu Minh entre Phan Mé et la chaîne du Luc Ra.

(2) Près de Phan Mé, au point où le Song Du franchit la chaîne des collines au pied desquelles le charbon est exploité, nous avons remarqué des couches de lydienes très plissotées, nous ignorons s'il s'agit de la nappe ou du substratum autochtone contourné au voisinage de celle-ci.

Des quartzites à minéraux, trouvés près de la route de Tuyen Quang et des mines, pourraient bien provenir de la série charriée des cornéennes.

Il existe enfin aux environs de ces collines des brèches diverses de silex et de quartz filonien dont l'origine exacte nous échappe.

élément plus ou moins assimilé de la nappe du Nui Rao qui se retrouve plus à l'Ouest.

A l'Ouest de Vy Xuyen, en suivant la route de Tuyen Quang, nous retrouvons, en effet, cette formation en couches complètement bouleversées, puis une véritable bouillie, malheureusement souvent très altérée, composée de termes généralement écrasés et schisteux. Nous avons vu des roches granitoïdes à quartz, trop altérées pour être étudiées et notre attention a été surtout attirée par des pegmatites devenues complètement schisteuses et simulant des micaschistes ; nous n'avons, à vrai dire, reconnu aucune trace d'association pegmatitique, mais ces roches sont essentiellement constituées de quartz complètement écrasé, d'oligoclase et de muscovite.

Au Sud de la route, les premières pentes du Tam Dao ont donné à M. le Commandant Dussault, des échantillons que celui-ci, avec son habituelle obligeance, a bien voulu nous communiquer ; il s'agit de roches qui, à l'œil, ont l'aspect de gneiss ; au microscope, nous y avons reconnu le plus souvent des traces très nettes de micropegmatite ou de pegmatite étoilée largement développée ; dans les autres cas, nous avons pu, quand même, identifier ces roches à nos rhyolites et à leurs faciès profonds. Cette zone d'écrasement reconnue par M. le Commandant Dussault est très large, de l'ordre de 4 kilomètres ; ce géologue y a en outre observé une lame de calcaire silicifié écrasé ; il a pu enfin, à l'Ouest de l'extrémité de la chaîne rhyolitique, observer l'enveloppement de la terminaison périclinale du massif éruptif par la nappe du Nui Rao.

Les effets d'écrasement par la nappe sont ici grandioses, nous n'avons rien vu d'approchant, plus à l'Est, au contact du Paléozoïque autochtone ; ceci doit tenir à ce que les terrains sédimentaires se sont plus facilement étirés et qu'ainsi une grande épaisseur en a disparu, tandis que la roche éruptive, plus dure, s'est maintenue sur place en enregistrant l'écrasement intense que nous avons vu. Les pegmatites écrasées que nous avons décrites diffèrent totalement des roches pegmatoïdes représentant le magma rhyolitique ; celles-ci contiennent seulement de la muscovite, celles-là, exclusivement ou presque de la biotite ; mais leur voisinage est-il fortuit ? Les unes n'ont-elles pas agi sur les autres ? (1).

La répartition des micropegmatites pseudo-grenues en bordure des rhyolites doit être attribuée à ce que les parties les plus élevées des appareils éruptifs, entraînées par la nappe, ont glissé sur les plus profondes qui se trouvent aujourd'hui dégagées par l'érosion en arrière des autres.

(1) Bien que les pegmatites se rencontrent souvent en maints pays de schistes métamorphiques, il ne paraît pas possible de rattacher nos pegmatites écrasées à muscovite à la nappe des cornéennes ; nous n'en avons pas vu ailleurs, sauf en un point au milieu des débris de gabbros au Nord de Cho Chu et nous ignorons ici si elles sont ou non antérieures à ces gabbros.

CHAPITRE XVI

COMPARAISON AVEC LES ÉLÉMENTS RECONNUS PLUS AU NORD PAR M. BOURRET

Nous avons déjà dit que les granites charriés de Cho Chu se placent parfaitement dans le prolongement des granites de la lame du Pia Ya de M. Bourret, granites constituant le Pia Ya lui-même et la masse plus importante du Phia Bioc. A l'Ouest de la route de Bac Kan à Cho Ra M. Bourret [1922. — p. 225] a reconnu une série semblable à la nôtre, les granites du Phia Bioc étant supérieurs aux micaschistes de la lame de Lang Ca Phu. Cette dernière lame [ibid., p. 225] comprend de bas en haut, des gneiss, des micaschistes, des schistes métamorphiques, un complexe calcaro-schisteux attribué avec réserve au Dévonien ; dans le prolongement de cette lame vers Cho Chu, la partie inférieure serait donc seule représentée.

Vers Cho Ra, M. Bourret signale des schistes cristallins écrasés, amphibolites, etc... qui paraissent assimilables à ceux que nous avons signalés au Nord de Don Du.

Cette lame de Lang Ca Phu renferme également des marbres [ibid., p. 222] contenant à la base de nombreux débris de gneiss très écrasés, il est peut-être permis de les paralléliser avec ceux de l'arc de Cho Chu.

M. Bourret, les a, au contraire, assimilés à son complexe charrié du Bas Song Gam, ce qui n'est pas impossible, celui-ci contenant [ibid., p. 236] des marbres saccharoïdes. La divergence d'interprétation est peut-être toute superficielle, ces marbres du complexe du Bas Song Gam pourraient bien être identiques à ceux de la lame de Lang Ca Phu.

Mais nous sommes, en désaccord partiel avec M. Bourret quant à l'extension de la nappe du Nui Rao. Cet auteur a réuni la nappe du Nui Rao du Commandant Dussault à son complexe du Bas Song Gam [ibid., carte en couleurs], sur ce point, nous sommes d'accord, en effet, les éléments constitutifs de ce complexe sont [ibid. p. 236] un complexe schisto-gréseux avec schistes sériciteux et parfois graphiteux, des calcaires noirs très écrasés *non* métamorphiques, des brèches calcaires et marbres saccharoïdes, des rhyolites (?) écrasées, des roches métamor-

phiques, schistes amphiboliques, gneiss, cornéennes, des ophites, des cipolins, des schistes du Song Hiem. Les termes de nos nappes du Nui Rao et des cornéennes, y sont donc représentés. La Nappe du Nui Rao et le complexe du Bas Song Gam forment d'ailleurs deux masses contiguës. Remarquons que la nappe des cornéennes peut être aussi bien rapprochée du complexe du Bas Song Gam que de la lame de Lang Ca Phu. En réalité, il semble que les divers éléments tectoniques reconnus par M. Bourret ne soient pas essentiellement différents les uns des autres, mais diffèrent par le dosage des éléments constitutants.

Par contre, nous avons réuni dans une même nappe, les schistes d'entre Cho Moi et Cho Chu et la série du Nui Rao du Commandant Dussault, ce qui s'harmonise bien avec les observations de ce géologue plus à l'Ouest, mais ne se relie pas avec l'interprétation de M. Bourret pour les régions situées au Nord. Sur sa carte, ce dernier assimile les formations du Sud de Bac Kan à ses Schistes du Song Hiem ; nous avons rencontré ceux-ci à l'Est de l'arc de Ban Tac et ils appartiennent à la « série intermédiaire » non aux nappes, ils sont mésozoïques, peu fissiles sauf au contact du substratum ; les schistes que nous réunissons à la nappe du Nui Rao sont plutôt dévonien. Ils sont très dynamométamorphisés, plus ou moins chargés de séricite. Nous rappelons cependant qu'à l'Est de Bac Kan, nous avons rencontré des traces probablement attribuables au Trias et que nous considérons les schistes triasiques situés à l'Est de l'arc de Ban Tac comme un flysch, c'est-à-dire un élément, tantôt autochtone, tantôt charrié, des grandes chaînes de montagnes.

Nous avons déjà signalé que, contrairement à l'opinion de M. Bourret, nous considérons le Dévonien situé à l'Est du Song Cau et au Nord-Ouest de Na Ri comme charrié et représentant la nappe du Nui-Rao.

M. Bourret n'a pas signalé de gabbros dans le prolongement des nôtres, mais il a décrit [ibid., p. 302] des gabbros à olivine ne présentant aucune trace d'écrasement et dont la fraîcheur contraste avec celle des roches à andésine des Schistes du Song Hiem ; ces roches ont été observées près de Cao Bang ; vu leur exiguïté, M. Bourret n'a pas pu les figurer sur sa carte ; il a émis l'hypothèse que ces gabbros seraient postérieurs aux dépôts tertiaires et venus à la faveur des failles qui les affectent. Nous tenons nos gabbros pour plus anciens, mais sans preuves certaines ; il n'est d'ailleurs pas prouvé que ces roches soient du même âge aux environs de Cho Chu et près de Cao Bang.

QUATRIÈME PARTIE

LITHOLOGIE

CHAPITRE PREMIER

ROCHES ACIDES

1. — Granites

Les granites ne sont connus qu'en quatre régions très limitées du secteur étudié, aux environs de Mo Nhai au cœur du Bac Son, au Nord de Moncay, près de Cho Chu où ils constituent un élément charrié et dans la région du Fleuve Rouge.

Granites de Mo Nhai.

Les granites observés aux environs de Mo Nhai sont extrêmement écrasés, on ne peut y observer que du quartz, de l'orthose, des feldspaths damouritisés, peut-être un peu de muscovite et d'épidote ; il existe des échantillons que l'on peut rapporter sans hésitation aux granites, d'autres sont tellement écrasés que l'on ne peut plus rien dire. Nous avons discuté leur âge en étudiant le Bac Son ; nous ne reviendrons plus sur cette question ; ils sont probablement antérieurs aux terrains dévoniens datés et postérieurs à la série détritique plus ancienne que ceux-ci.

Granites du massif au Nord de Moncay.

Il s'agit encore de granites ayant subi de l'écrasement, mais celui-ci est modéré bien qu'extérieurement la roche puisse prendre l'aspect d'un gneiss.

Nous avons relevé dans un échantillon, la présence d'orthose, dans un autre, l'association de microcline et d'oligoclase, de la microperthite. L'amphibole ne s'est observée que dans un exemplaire contenant également de la biotite.

En étudiant une enclave énallogène au sein d'un granite à microcline, nous avons remarqué de la très belle micropegmatite au voisinage de l'enclave ; le reste de la roche correspond à un granite très franc, cette roche ne saurait être confondue avec les micropegmatites que nous étudierons plus loin et qui sont associées aux rhyolites. L'enclave est une cornéenne avec feldspath très abondant.

Nous avons décrit l'auréole de contact de ces granites.

Granites de Cho Chu.

Tous les granites recueillis ont subi, presque sans exception, un écrasement plus ou moins intense se manifestant au microscope par les extinctions onduleuses ou disjointes des quartz ou des feldspaths. Dans une préparation seulement, les quartz s'éteignent très franchement.

Les granites observés en lames au milieu des marbres correspondent à des types très variés, souvent porphyroïdes. L'un d'eux renferme, en plus des constituants ordinaires, de l'apatite et de la *cordiérite* formant une grande partie de la roche, le mica a disparu par altération en se transformant en limonite. Un autre renferme de la biotite remplie de rutile et de la muscovite.

Deux autres sont tout à fait normaux bien que, chez l'un d'eux, le mica noir se soit concentré.

Enfin, un dernier type est blanc, on le prendrait à première vue pour une pegmatite, il renferme du quartz, de l'orthose, du feldspath très albitisé, de l'apatite, de la muscovite rare. Il n'y a pas trace de structure pegmatitique, mais on peut observer la pénétration d'un cristal d'orthose par du quartz dont les sections arrondies rappellent un peu celles des phénocristaux corrodés des rhyolites.

Les granites observés dans la masse de la nappe sont souvent porphyroïdes, l'écrasement a orienté les gros cristaux de feldspath, de sorte que la roche a fréquemment l'aspect d'un gneiss.

Comme feldspaths, nous n'avons reconnu que l'orthose et l'oligoclase ; du quartz vermiculé a été observé à plusieurs reprises.

Les éléments accessoires, sphène, apatite, sont généralement peu abondants, un échantillon cependant se fait remarquer par l'abondance de baguettes d'apatite.

Nous n'avons recueilli qu'un exemplaire contenant de la biotite et de la hornblende et un autre contenant, de plus, du pyroxène.

Des enclaves de schistes feldspathisés peuvent aussi s'observer.

La région du Fleuve Rouge.

Nous ne signalons un granite recueilli à l'Est de Vinh Yen qu'en raison de la présence de la sillimanite ; le mica blanc qu'il renferme provient peut-être uniquement de l'altération du feldspath.

II. — Pegmatites

Nous ne traiterons ici que des pegmatites ordinaires sans relations avec les rhyolites.

Nous n'en connaissons qu'un exemplaire non écrasé, recueilli au milieu de débris de gabbros au Nord-Est de Cho Chu, sur le versant Sud du Khao Qué. L'association pegmatitique est peu nette et ne s'observe que dans une des préparations ; les éléments sont le quartz, l'orthose, l'oligoclase, ce feldspath formant parfois des filonnets dans l'orthose, de l'apatite, du grenat très rare.

Les pegmatites que nous avons vues sur la route de Thaï Nguyen à Tuyen Quang sont plus intéressantes par suite de l'écrasement intense qui les a totalement défigurées. A vrai dire, nous n'avons reconnu la structure pegmatitique chez aucun des échantillons mais cela n'a rien de surprenant, elles sont en effet devenues plus ou moins schisteuses et bien des exemplaires ressemblent à de véritables micaschistes qui auraient eux-mêmes été sérieusement écrasés. Les seuls éléments sont le quartz, le feldspath, la muscovite ; un seul échantillon nous a permis la détermination du feldspath, ailleurs trop altéré ; il s'agit d'oligoclase.

III. — Micropegmatites

[Pl. II]

Nous réunissons ici sous le nom de micropegmatites des roches acides renfermant de la micropegmatite plus ou moins fine, qu'elles contiennent ou non des quartz corrodés ; la limite entre les micropegmatites à quartz corrodés et ce que l'on peut appeler des granites à micropegmatite ou des pegmatites est absolument impossible à fixer.

Nous avons discuté, au sujet des environs de Moncay puis de Phan Mé et du Tam Dao, la genèse de ces roches que nous avons, sans exception, recueillies au sein ou en bordure d'affleurements de rhyolite.

Les micropegmatites recueillies près de Moncay renferment, en général, des quartz corrodés parfois peu nets ou rares. La distinction de ces quartz n'est pas toujours aisée au milieu des irrégularités des contours graphiques de la micropegmatite, quelquefois on ne trouve que d'assez petits éléments arrondis à peu près circulaires ou elliptiques, mais, d'autres fois, on trouve de plus gros quartz à contours typiques très découpés et arrondis. Nous avons des exemples très nets près de Moncay, peu nets près de Pho Ba Ché. Au contraire, les échantillons recueillis près de Phan Mé ou près du Tam Dao ne nous ont pas montré de quartz corrodés (1). L'orientation optique du quartz pegmatitique sur les quartz corrodés n'apparaît pas toujours très nettement.

La micropegmatite peut former à elle seule presque toute la roche tandis qu'elle peut simplement pénétrer entre des morceaux de quartz, dans ce dernier cas, il y a passage au granite, par exemple à Phan Mé. Mais dans le massif de Moncay, un même affleurement de cette roche nous a donné des échantillons à quartz corrodés très nets et à micropegmatite abondante et d'autres sans quartz corrodés et à quartz plutôt granitique.

La micropegmatite formant le fond de la roche est plus ou moins fine, parfois on a presque une pegmatite, parfois au contraire elle est très fine. Nous avons vu [Patte. 1925. I. — p. 17. Pl. VI, fig. 4, 5, 6] comment des micropegmatites de Poulo Cécir de Mer passaient à des rhyolites. Le passage de la roche grenue (2) à la roche porphyrique par l'intermédiaire de la structure graphique se ferait de façon très souple.

Deux préparations de roches de la région de Moncay nous ont montré, d'une façon particulièrement nette, la micropegmatite devenant de plus en plus fine, indistincte et se groupant sous forme de petits amas à contours indécis et accolés les uns aux autres comme les pièces d'une mosaïque, la comparaison avec les quartz globulaires des rhyolites s'impose. Il y aurait toute une gamme allant du quartz globulaire à la micropegmatite comme l'avait entrevu Michel Lévy [1889. — p. 21]. Cette conclusion cependant ne saurait être acceptée actuellement sans réserve ; en effet, nous avons décrit le passage progressif sur le terrain de la micropegmatite à grain de plus en plus fin à la rhyolite par l'intermédiaire de microgranites. Ce fait bien constaté ne s'accorde donc pas

(1) Cette différence n'est pas capitale, elle peut tenir à une légère différence dans la composition du magma resté fluide, celui-ci a pu ici ne pas attaquer les cristaux de quartz déjà formés, là les corroder ; elle peut tenir aussi à une différence de température ou de composition des éléments fumerolles modifiant l'équilibre chimique.

(2) La présence de micropegmatite dans un granite ne l'empêche pas d'ailleurs d'appartenir à un batholithe. Nous avons signalé à propos des granites de Moncay, l'existence de micropegmatite typique dans un granite à deux micas au voisinage d'une enclave énallogène transformée en cornéenne.

avec la vue simpliste que nous indiquions, il y a quelques lignes. Le passage est plus compliqué que celui qui se laissait entrevoir. L'existence d'une forme intermédiaire microgrenue s'explique mal. Il y a des transitions qui nous échappent encore.

Certains échantillons de Phan Mé peuvent être nommés pegmatite graphique, ils contiennent du quartz parfois à faces cristallines, du feldspath quelquefois complètement damouritisé, du plagioclase, de la muscovite entourant parfois de la biotite, de la tourmaline ; le quartz renferme de l'apatite, l'ilménite peut être entourée de matière amorphe avec de fines aiguilles de rutile. Un autre exemplaire de Phan Mé peut être tenu pour un granite à micropegmatite large et rare, le quartz est granitoïde, il y a de la biotite, de l'albite et de l'oligoclase. Un autre est une micropegmatite à muscovite et cristaux de tourmaline associée pegmatitiquement au quartz, la micropegmatite est extrêmement fine en général et devient par endroits, un peu plus large.

Enfin une préparation nous a montré à la fois, de la pegmatite assez bien développée formée de quartz et d'orthose, de la micropegmatite très fine et du quartz non pegmatitique, elle renferme de la biotite, la muscovite y est absente.

On ne voit de quartz corrodés dans aucune de ces préparations. Les feldspaths rencontrés sont l'orthose et l'oligoclase, rarement l'albite.

Dans les échantillons de la région de Moncay, nous avons trouvé de l'orthose, du microcline, rarement de l'albite, de l'oligoclase à structure parfois zonée, de la biotite, de la chlorite, souvent de l'amphibole et même parfois du pyroxène (augite probablement), de l'épidote parfois très abondante et bien visible à la loupe, de l'ilménite ; dans une roche avec orthose, il y a de la muscovite, mais cet échantillon est écrasé. Nous n'avons pas vu trace de tourmaline dans les micropegmatites de la région de Moncay. La micropegmatite est le plus souvent très fine, parfois on observe de petites plages granitiques et la structure peut même devenir presque entièrement granitique. Le grain est variable, la roche peut être, suivant les cas, prise pour un granite ou un microgranite.

La biotite a été rencontrée dans toutes ces roches. Sa présence jointe à l'absence ou à la rareté habituelle de la muscovite oppose ces roches aux pegmatites ordinaires.

Par altération, il s'est fréquemment formé de la chlorite aux dépens de la biotite ou de l'amphibole, de la serpentine et de l'ouralite aux dépens du pyroxène, l'orthose peut être albitisée.

La présence de tourmaline dans certains exemplaires de la région de Phan Mé, indique l'action de minéralisateurs. Il ne faudrait pas cependant attribuer à ceux-ci une grosse influence sur la structure de ces roches, en effet, il n'y a pas de tourmaline dans les roches de Moncay. Sa présence est pourtant à rapprocher de l'absence des quartz corrodés. Nous avons recueilli dans le massif de Moncay une rhyolite fluidale ; dans la même plaque mince on reconnaît des lits de pâte fine, passant au microgranite, et des lits ondulés formés de flocons de micropegma-

tite extrêmement fine que l'on prendrait facilement pour des quartz globulaires ; ces éléments se présentent certainement à nous tels qu'ils étaient après leur solidification ; il s'agit d'un remplissage de lithophyses conformes aux surfaces d'écoulement. Cette micropegmatite constitue un accident dans la roche, tandis que celle des types granitoïdes en est un constituant essentiel, mais elle indique son origine pneumatolytique.

Nous avons trouvé également de la micropegmatite, soit dans des tufs volcaniques, soit à l'état d'enclave microscopique dans une rhyolite à quartz globulaire, ceci prouve que ces micropegmatites étaient formées dès avant la fin des éruptions.

IV. — Rhyolites et microgranites

[Pl. I]

Les rhyolites et les microgranites forment un ensemble très homogène bien que présentant des structures différentes ; ces roches proviennent, sans exception, des éruptions triasiques (1).

A l'œil, il est bien difficile de distinguer les microgranites des rhyolites. Le type le plus habituel a une pâte d'un gris bleu plus ou moins foncé, les phénocristaux de feldspath et de quartz ont des tailles très variables. Il n'y a aucune différence entre les spécimens des différentes régions étudiées, et il y a également identité avec les échantillons recueillis tout à fait à l'Ouest du Tonkin, par M. le Commandant Dusault par exemple. Les échantillons ne possédant pas le faciès ordinaire sont très rares ; ce sont des roches très foncées, grises ou noires, ou très claires et ayant dans ce cas l'aspect d'un silex ; nous avons recueilli au Nord du col de Lang Tu, dans le massif de Moncay, des rhyolites complètement noires que l'on confond à l'œil avec des labradorites.

Nous avons signalé des amas énormes de roches éruptives ainsi que des coulées très minces ne dépassant pas 30 centimètres en un point près de Binh Lieu.

A. — *Microgranites.*

Les microgranites ne diffèrent pas extérieurement des types ordinaires des rhyolites, ils ont aussi le même mode de gisement, ils ne sont guère séparables qu'au microscope, ils sont peu fréquents.

On rencontre à l'état de phénocristaux, des feldspaths, orthose, oligoclase parfois zoné, des quartz le plus souvent très nettement corrodés, rarement de la biotite ou de l'amphibole.

(1) Nous laissons de côté un microgranite de contact douteux ; il est écrasé et accompagnait les granites de la boutonnière de Mo Nhài.

Les quartz sont fréquemment auréolés ; lorsque le grain de la pâte est grossier, ils possèdent alors un contour crénelé différant des formes corrodées habituelles dues à la corrosion ; il peut y avoir opposition très nette entre les formes cristallines des feldspaths et les contours corrodés des quartz.

Le grain de la pâte est plus ou moins fin, il est difficile de tracer une limite entre les microgranites et certaines rhyolites à quartz globulaire, lorsque les éponges ne renferment presque plus d'autres éléments que les quartz.

Ces roches sont, en réalité, des microgranulites ; nous n'avons noté qu'une fois du véritable microgranite, les quartz de la pâte prennent des dimensions relativement grandes, leurs contours anguleux sont très capricieux, ils s'enchevêtrent les uns dans les autres et enserrent les feldspaths ; ces éléments diffèrent ainsi de ceux des microgranites qui s'assemblent comme les pièces d'une mosaïque ; il y a aussi une distinction moins nette entre le premier et le second temps de solidification, il y a doute pour l'attribution de certains quartz à l'un ou à l'autre.

Citons comme éléments accessoires, l'ilménite, l'épidote, le sphène. La biotite peut être partiellement chloritisée, ainsi que l'amphibole qui se transforme en pennine.

B. — *Rhyolites.*

L'absence de gros cristaux est extrêmement rare ; sauf dans certaines roches très vitreuses, les phénocristaux de quartz sont toujours bien développés et généralement très corrodés, la conservation des formes cristallines est exceptionnelle.

Les quartz sont souvent auréolés, l'auréole acquiert dans quelques cas une largeur disproportionnée. Les feldspaths rencontrés sont l'orthose, l'oligoclase, plus rarement, l'albite ; l'oligoclase paraît bien être le feldspath le plus fréquent. On rencontre, en outre, la biotite, l'amphibole assez rarement, et même le pyroxène (hypersthène). Ces éléments foncés sont rares, la biotite elle-même n'est pas fréquente.

La pâte est généralement à quartz globulaire, les éponges de quartz sont plus ou moins bien développées, plus ou moins nettes ; elles peuvent contenir de petits éléments microlitiques de quartz ou de feldspath. Cette structure paraît correspondre soit à une dévitrification, soit à une quartzification, soit à un état primitif de solidification. Il y a quelques cas où il est absolument impossible de dire s'il s'agit d'une vraie rhyolite ou d'un tuf silicifié.

Dans une préparation, apparaît du quartz secondaire que M. le Professeur Lacroix considère comme dû à la cristallisation de la silice virtuelle du magma, non à un apport, ce seraient des « microsphérolites » de Rosenbusch.

Les pâtes plus fines, présentant un aspect poussiéreux au microscope, pétrosiliceuses ou microfelsitiques sont beaucoup moins fréquentes,

ainsi que celles qui sont caractérisées par de véritables microlites de feldspath. Le résidu vitreux est d'importance variable, il est de vrais verres rhyolitiques. Les teintes très foncées correspondent, partiellement au moins, aux types les plus vitreux (1). La pâte vitreuse peut être légèrement micacée ou renfermer des microlites de feldspath et des squelettes de cristaux (feldspath). Les pechsteins à structure perlitique sont rares, de beaux exemples s'observent au microscope parmi les rhyolites très vitreuses recueillies entre Tien Yen et Binh Lieu, cette structure a certainement disparu plus d'une fois par suite de la dévitrification ; nous avons rencontré un spécimen où, dans la pâte devenue à quartz globulaire, les anciennes fentes ne sont indiquées que grâce à leur invasion par la chlorite.

La structure fluidale a été observée, mais il est souvent difficile d'affirmer qu'il ne s'agit pas de rhyolites litées par écrasement. Malgré tout, il y a des exemples fort nets, l'un d'eux montre une espèce de larme vitreuse reprise et très contournée ; une autre rhyolite, avec fentes de fluidalité, renferme des sphérolites de feldspath remplissant ces espèces de lithophyses parallèles.

Les rhyolites sont en général compactes, nous avons cependant trouvé un très bel échantillon de roche bulleuse, les cavités sphériques ou en forme de larme à extrémité effilée sont remplies d'albite, quelquefois de quartz et d'albite ; sur certains plans de cassure, ces sphérolites apparaissent en relief comme des perles très rapprochées les unes des autres. La pâte possède une structure fluidale, vague, masquée par une texture sphérolitique radiée. Un autre exemple de verre bulleux montre, au microscope, des cavités arrondies remplies de quartz composite. Enfin, une ancienne perlite renferme des vacuoles elliptiques remplies de calcédoine et de silice amorphe.

Les éléments accessoires sont l'ilménite beaucoup plus fréquente que la magnétite (celle-ci est parfois sous forme de petites mouches disséminées), la pyrite, le sphène soit isolé, soit disposé autour de l'ilménite sous forme de houppes fibreuses.

La muscovite, très rare, paraît entièrement secondaire, nous ne l'avons guère observée que dans des échantillons très écrasés.

Quelques détails sont propres à un petit nombre d'échantillons, telle la production de très petites paillettes de biotite secondaire, de sphérolites ou de plages de calcédoine, de microsphérolites de feldspath à allongement tantôt positif, tantôt négatif, de sphérolites d'orthose sans contours définis dans un verre dévitrifié.

Par altération, la chlorite a pu envahir les plagioclases ou épigéniser l'amphibole ; les feldspaths altérés peuvent renfermer de la calcite im-

(1) Nous hésitons à rapporter aux émissions rhyolitiques, un verre, apparaissant comme un silex très noir, au microscope on n'y peut distinguer que de l'apatite et de la calcédoine, cet échantillon a été recueilli à Kéou Quang, à 15 kilomètres au Sud de Langson presque en bordure d'un affleurement de rhyolite.

prégnée de limonite. La chlorite est parfois imprégnée d'opale. De la serpentine, observée une seule fois, remplace probablement de l'amphibole.

Nous avons observé quelques exemples de bréchés, celles-ci sont particulièrement abondantes au Sud-Est de Song Hoa, nous en avons vu également de beaux exemples à Na Thoa (près de Khon Cat, feuille de Lang Son). Les éléments de taille très variable peuvent atteindre 15 centimètres, la même préparation montre des fragments perlitiques et d'autres à quartz globulaire, il s'agit de brèches volcaniques, non de brèches tectoniques.

A titre de modification mécanique, nous rappellerons de rares cas où la rhyolite montre des diaclases conformes aux inclinaisons des couches encaissantes (au Nord de Pho Ba Ché et route de Lang Son à Lang Nac).

Les enclaves sont peu typiques, certaines consistent en éléments rhyolitiques à grain différent (type à quartz globulaire dans une roche vitreuse) auxquels le nom d'enclaves homoeogènes ne convient guère.

Nous n'avons rencontré aucun exemple de *Tsingtauite*, cette roche n'a été signalée autrefois en plusieurs points que par suite de déterminations erronées, il s'agissait de lydienes ou de schistes très quartzeux.

C. — *Tufs rhyolitiques.*

(Pl. I. fig. 6).

Quelques tufs rhyolitiques ont pu être confondus avec des rhyolites par suite de quartzifications secondaires ou d'altérations. D'autre part, on hésite souvent à considérer certains échantillons comme des vrais tufs volcaniques ou comme des grès à débris de rhyolite. Il est des tufs bien typiques, caractérisés par le mélange d'éléments appartenant à des types différents.

La plupart des tufs ne se distinguent pas, à l'œil nu, des vrais rhyolites ; nous n'avons noté que de très rares exemples de tufs qui sont de véritables poudingues.

On peut trouver dans ces tufs, du verre, des morceaux de rhyolite, de microgranite et de micropegmatite.

A côté des tufs formés à proximité des appareils éruptifs, il faut signaler des roches franchement sédimentaires, nous avons cité dans le pays de Fou Coc, une marne contenant quelques grains de cendre.

CHAPITRE II

GNEISS, SCHISTES CRISTALLINS ET CORNÉENNES

I. — Gneiss

Nous avons trouvé des gneiss au pied du Tam Dao à l'Est de Vinh Yen et dans la région de Cho Chu où ils appartiennent à la nappe des cornéennes et à la série des granites qui leur sont supérieurs.

Gneiss de la base du Tam Dao.

Ces gneiss sont, comme les rhyolites qui les avoisinent, très écrasés ; ils contiennent du quartz, de la biotite, souvent intimement mélangés, du plagioclase en plages plus larges (parfois albite) et fréquemment de la muscovite.

Gneiss de la région de Cho Chu.

Les gneiss charriés de la région de Cho Chu sont plus variés et plus faciles à étudier.

Ils renferment du quartz, du feldspath, orthose, oligoclase, et le plus souvent deux micas, la muscovite se rencontre dans des spécimens contenant de l'orthose, cette coexistence doit provenir de la formation secondaire du mica blanc. Il y a des gneiss à pyroxène et amphibole.

Comme éléments accessoires, peuvent se trouver l'apatite et la magnétite à l'état très divisé.

Nous avons observé du grenat dans un gneiss à cordiérite altérée et totalement transformée en gigantomolite.

Les quartz sont parfois fortement écrasés.

Un gneiss rencontré aux environs de Quang Nap et certainement d'origine métamorphique, renferme du labrador, de la cordiérite en grandes plages englobant de la biotite, et du pyroxène ou mieux de l'amphibole.

II. — Micaschistes et cornéennes

Les micaschistes se rencontrent dans les mêmes pays que les gneiss.

Dans la *vallée du Fleuve Rouge*, nous avons trouvé un micaschiste très net, formé de quartz et de biotite et renfermant des touffes de fibrolite.

Micaschistes et cornéennes de la région de Cho Chu.

[Pl. IV. fig. 2, 4].

Les micaschistes sont beaucoup moins bien caractérisés dans la région de Cho Chu, ils y sont difficiles à séparer des cornéennes, nous les examinerons ensemble.

Les cornéennes ont souvent un aspect compact et ressemblent alors beaucoup à des quartzites, elles sont très foncées, souvent noires, avec fréquemment un reflet rosé. Quelquefois elles sont un peu noduleuses ou tachetées et leur origine est alors reconnaissable sur le terrain ; elles peuvent être plus ou moins schisteuses, il est difficile de savoir ce qui, dans cette structure, revient à l'écrasement. Les spécimens grenus sont très rares. Toutes ces roches appartiennent au même complexe et le type compact peut s'observer sur le même bloc que le type schisteux. Il n'y a pas de limite entre certaines de ces cornéennes et les schistes micacés de contact.

Au microscope, on reconnaît l'existence de quartz et de biotite, celle qui contribue à former le fond de la roche n'est jamais en éléments bien développés, elle n'est pas orientée ou ne l'est que très imparfaitement ; elle est quelquefois à l'état de mica naissant. Nous n'avons rencontré que rarement de la biotite plus large ; nous avons noté, une fois, du mica noir palmé. Le quartz peut contenir de petites inclusions. La muscovite est parfois bien individualisée mais peu fréquente. A ces constituants fondamentaux, peuvent s'ajouter l'andalousite, le pyroxène, le feldspath, la tourmaline rarement abondante.

La magnétite peut être abondante ou manquer dans des roches par ailleurs identiques, elle est généralement très disséminée et ne forme que très rarement des amas. L'ilménite est plus rare. Le zircon, le sphène, la fibrolite (rencontrée une seule fois, avec de l'andalousite) s'observent comme éléments accessoires.

Nous avons noté rarement la calcite et la damourite.

De nombreux échantillons correspondent à des *quartzites* micacés de contact, le départ est impossible à tracer.

Un échantillon de véritable quartzite de contact, schisteux et bien caractérisé par l'absence de biotite, renferme de petits cristaux de sillimanite et du zircon ; un autre contient du grenat en abondance.

Les *cornéennes à pyroxène* sont assez fréquentes, elles sont intimement associées aux autres ; nous avons signalé que certaines préparations renferment des lits à pyroxène à côté de lits à biotite qui ne diffèrent nullement des *cornéennes ordinaires*.

Par disparition de la biotite, ces *cornéennes* passent à de vraies *pyroxénites* formées de quartz et de pyroxène, sans trace de mica noir, le feldspath (plagioclase) y est très rare ou absent ; un des spécimens feldspathiques contient de grandes plages caractérisées par l'abondance du zircon.

Certaines *cornéennes* sont bien litées, le mica noir se disposant en lits, tout en ne s'orientant pas ; d'autres passent aux *micaschistes*, les micas tendent légèrement à s'orienter ; elles peuvent encore contenir du feldspath, de l'andalousite, de la magnétite, de gros grenats.

Nous avons dit plus haut que nos *cornéennes* rappellent singulièrement certains exemplaires recueillis par M. Bourret au Pia Oac, qu'elles soient ou non tachetées. Les *cornéennes* du Pia Oac sont cependant postérieures aux charriages.

D'autres *cornéennes*, au contraire, passent aux schistes tachetés de contact et ceux-ci d'ailleurs ressemblent souvent à des *micaschistes* ; ils peuvent renfermer des nodules de quartz. Même au microscope, il est difficile de dire si certains schistes sont ou non métamorphiques, leur argile est souvent entièrement cristalline ; lorsque le mica noir est peu abondant, on ne peut pas assurer qu'il s'est produit secondairement ; ces schistes sont souvent gréseux et généralement très écrasés.

Le schiste micacé le plus net que nous ayons recueilli provient de Mo Vang, au Sud-Ouest de Cho Chu. Il renferme du quartz, du plagioclase, du pyroxène englobant de petits minéraux, et est surtout bien caractérisé par ses micas qui se montrent comme percés de trous à l'emporte-pièce.

III. — Pthanites métamorphisés

Les marbres de l'arc de Cho Chu sont très largement cristallisés, ils ont subi un métamorphisme très sérieux, nous n'y avons cependant pas trouvé de minéraux autres que la pyrite et la magnétite, mais les *pthanites* qu'ils contenaient primitivement sont devenus des *quartzites*, nous en avons récolté en place ou à l'état de débris au milieu des marbres ; le quartz de certains lits est rempli de magnétite, nous avons remarqué l'existence de grenat parfois très abondant, de pyroxène (?), de tourmaline, de pyrite, de magnétite, d'ilménite, d'épidote, de mica blanc, très probablement d'andalousite.

La composition de ces *quartzites* rappelle celle de certains termes de notre nappe des *cornéennes*, mais leur grain est un peu plus gros que d'habitude.

IV. — Quartzites à magnétite

Les quartzites à magnétite ne se sont pas rencontrés qu'au sein des marbres, ils sont répandus dans toute la nappe des cornéennes, ils ne sont qu'un cas particulier des cornéennes ou des micaschistes ; il existe de vraies cornéennes ou micaschistes à biotite, parfois à muscovite et à feldspath, qui renferment beaucoup de magnétite ; d'autre part, nous avons étudié une cornéenne récoltée par M. le Commandant Dussault, plusieurs de ses lits ne sont formés que de quartz et de magnétite ; enfin, certains quartzites de contact ne contenant plus d'autre mica que la muscovite peuvent renfermer beaucoup de magnétite. Dans toutes ces roches, ce minéral constitue des amas bien développés ou est incluse à l'état pulvérulent dans le quartz.

Nous considérons que le vrai type de ces quartzites consiste uniquement en quartz dans lequel la magnétite existe en inclusions plus ou moins fines, comparables souvent à une poussière ; la magnétite peut exister entre les grains de quartz. Ces roches sont schisteuses ou non.

Comme variante, nous pouvons citer le quartzite à ilménite ; M. le Commandant Dussault en a recueilli au Nord-Ouest de Huong Son et nous avons observé de l'ilménite dans un phtanite métarmorphisé de Cho Chu.

Il n'y a aucun doute à avoir sur leur origine métamorphique. Des roches semblables ont, d'ailleurs, été décrites comme éléments de séries métamorphiques.

Les membres de la mission Carnegie [Bailey Willis. 1907. — p. 111] ont signalé dans le Système de Wu T'ai (Shī-tsui section), c'est-à-dire dans le Précambrien chinois, des « magnetite-quartzites » noirs qui ont été considérés comme provenant de l'influence du granite sur des quartzites ferrugineux (réduction du peroxyde), ces quartzites avoisinent des gneiss œillés.

M. le Professeur Lacroix a signalé de Madagascar, des quartzites à magnétite seule. C'est un type des schistes cristallins. Dans notre possession de l'Océan Indien, ces roches ont un grand intérêt économique, certaines constituent le principal minerai de fer et elles sont fréquemment aurifères, elles y accompagnent aussi, soit des gneiss, soit des micaschistes.

Il existe également près de Cho Chu, des schistes à magnétite, ceux-ci paraissent appartenir à la nappe du Nui Rao, la magnétite prenant naissance dans les schistes par simple dynamométamorphisme, sa présence n'indique aucune parenté avec nos quartzites.

V. — Cornéennes de la région de Moncay

Ces cornéennes appartiennent à l'auréole de contact du granite que nous avons décrite au Nord de Moncay. Elles sont litées et contiennent du mica blanc et du mica noir. Un quartzite de contact est formé de

quartz, avec quelques cheveux de Vénus, et de mica blanc, la biotite y est peu abondante. Plus loin du granite on trouve des schistes tachetés.

Bien que les premières de ces roches soient franchement litées, nous en faisons des cornéennes, elles sont compactes et diffèrent des vrais micaschistes. Elles rappellent certains exemplaires de la région de Cho Chu et du Pia Oac.

VI. — Pyroxénolites

[Pl. IV, fig. 3]

Nous ne pouvons rapporter aux pyroxénolites qu'une roche observée à l'état de bloc isolé dans les alluvions issues du Pou Ca Tan, elle résulte de l'association *poecilitique d'augite titanifère et de labrador*, le pyroxène est moulé par le feldspath ; on pourrait supposer que cette roche représente un faciès particulier de gabbro ou de diabase, mais il est bien plus vraisemblable d'admettre que ce bloc provient d'une série métamorphique. M. Lacroix [1897. II. — p. 37, fig. 27] nous enseigne que les gneiss à pyroxène (1) montrent souvent de grands cristaux de plagioclase englobant des grains de pyroxène ; des groupements semblables existent dans les cornéennes du contact de la lherzolite. Cette roche pourrait cependant représenter un gabbro écrasé et recristallisé. Nous sommes ici au voisinage, d'une part, de la série charriée de roches métamorphiques, d'autre part, des massifs de gabbro.

VII. — Amphibolites

Nous n'avons trouvé d'amphibolites qu'au Nord de Don Du, à l'Ouest de la route de Cho Chu ; ce sont des orthoamphibolites, M. le Professeur Lacroix qui a bien voulu les examiner est tout à fait catégorique à ce sujet, il pense d'autre part que leur composition serait caractérisée par la formule « 3. 5. 3. 4. » Ces roches renferment du quartz, de l'orthose, du plagioclase, de l'amphibole ; leur grain est fin.

(1) M. Lacroix [1889] a figuré des associations assez semblables dans des gneiss pyroxéniques [fig. 19 et 25].

CHAPITRE III

ROCHES BASIQUES GABBROS, DIABASES, ANDÉSITES ET LABRADORITES.

I. — Gabbros

Nous ne parlerons ici que des gabbros rencontrés depuis le Pou Ca Tan, au Nord de Cho Chu, jusqu'à Phan Mé. Nous ne connaissons ailleurs que des gabbros à faciès diabasique qui ont la même origine que des roches franchement filoniennes.

Les gabbros du Nui Tchoua, près de Phan Mé, sont à grains bien développés ; ils contiennent de l'anorthite (angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie, 52°), de l'augite diallagisée, et, le plus souvent, de l'olivine en quantité notable.

Les gabbros rencontrés au Sud-Est de Huong Son sont très voisins de ceux du Nui Tchoua, ils contiennent de la bytownite (à 72 o/o ou 78 o/o d'anorthite), de l'augite diallagisée, quelquefois schillérisée, très peu de biotite, de l'olivine. Secondairement, il s'est produit de la serpentine (bowlingite), qui, avec de la magnétite, accompagne l'olivine ; un échantillon renferme un peu de micropegmatite dont une jolie plage pénètre dans un cristal de feldspath. Les inclusions produisant la schillérisation du diallage, ont été considérées par Rosenbusch comme de l'ilménite [Lacroix. 1893-1895. — p. 554, p. 570] ; justement un autre composé du titane, le rutile, se trouve à l'état de cheveux de Vénus dans le feldspath de ces gabbros.

Les gabbros recueillis au Nord de Cho Chu sont encore, le plus souvent, à olivine, ils renferment du diallage et parfois un peu de biotite, le plagioclase parfois zoné peut être du labrador (angle maximum d'extinction, 43°) ou se rapproche de la bytownite (plus basique que le labrador à 60 o/o, $(Ab^3 An^4)$ ou de la bytownite (à 78 o/o d'anorthite).

Nous avons récolté de beaux échantillons de gabbro à très gros éléments (1) sur les pentes Sud du Khao Qué, la concentration des cons-

(1) Le terme d'euphotide ne nous paraît pas convenir parfaitement à ces roches.

tituants peut aller jusqu'à la formation de ce que nous avons appelé des *brèches de segmentation* ; de gros éléments de diallage presque pur sont noyés dans un agrégat de feldspath. On rencontre même assez fréquemment des blocs presque noirs, uniquement constitués de diallage en gros cristaux lardés parfois d'un peu de feldspath (association poecilitique) et montrant des plages d'amphibole probablement d'altération. A côté de ces blocs noirs, nous en avons rencontré de blancs, masses ultra-leucocrates, formées de feldspaths, d'un peu de diallage, peut-être parfois d'un peu de quartz et d'amphibole ; l'apatite constitue un élément accessoire, les feldspaths sont de l'orthosé parfois albitisée, de l'oligoclase et peut-être de l'andésine ; dans une préparation, l'orthose forme de grandes plages. Le nom qui conviendrait le mieux à ces blocs ultra-leucocrates serait celui de monzonite ou mieux tantôt d'aplite monzonitique, tantôt d'aplite syénitique ; mais il y aurait inconvénient à les séparer des gabbros du magma desquels ils proviennent par segmentation.

Par altération, des mailles de serpentine peuvent apparaître dans l'olivine. Au contact d'une petite faille, nous avons recueilli de la serpentine représentant du gabbro écrasé.

Par réduction de la grosseur du grain, les gabbros passent à des *gabbros à faciès diabasique* où il n'y a pas de vrais feldspaths allongés ; un de ces échantillons renferme du labrador, de l'augite, du mica chloritisé, de longues aiguilles d'apatite, du quartz secondaire.

Nous avons trouvé au voisinage immédiat du massif un bloc de *microgabbro*, avec augite et amphibole (ne provenant pas de l'altération de pyroxène).

Les gabbros du Nui Tchoua et ceux du Pou Ca Tan sont reliés par des affleurements plus réduits, disposés en jalons.

Au Nord de Quang Nap, nous avons recueilli des gabbros quartzifères à grain plus fin que celui habituel aux roches précédemment décrites ; l'un d'eux renferme du labrador (à 48 o/o d'anorthite), de la biotite et de l'amphibole, l'autre du pyroxène. Ces roches diffèrent par leur aspect extérieur et leur composition des gabbros précédents, nous les considérons cependant comme ayant la même valeur au point de vue géologique.

Un peu plus au Sud, à Co Lam, nous avons rencontré des gabbros à biotite pouvant être assez abondante ; ils renferment en outre, du labrador, du diallage ; l'un d'eux, à structure un peu ophitique, est quartzifère ; des diabases avoisinent ces gabbros et n'en diffèrent que par leur grain. A peu de distance, à Son Dao, nous avons trouvé un gabbro à forme diabasique, avec pyroxène ouralitisé ; et, un peu à l'Ouest de Quang Nap, existent des diabases à biotite, pyroxène et quartz secondaire.

Ces gabbros sont intermédiaires entre ceux de Quang Nap et ceux de Cho Chu ou du Nui Tchoua.

Plus au Sud, sur le même parallèle que le Nui Tchoua, à *Na Méo*, nous avons recueilli des gabbros au pied de la chaîne du Luc Ra ; ils renferment du labrador, du pyroxène, du mica avec ou sans olivine, la biotite est postérieure à l'augite qu'elle frange. Ces gabbros sont extérieurement identiques à ceux du Nui Tchoua.

En résumé, malgré la variation de la composition de leurs plagio-clases, tous ces gabbros appartiennent à un même ensemble.

II. — Diabases.

Les diabases sont réparties sans ordre ; cependant nous n'en connaissons pas au Sud de la zone de rhyolites qui borde le Bac Son au Sud-Est ; dans cette vaste région, les andésites et labradorites manquent également, mais les affleurements de ces roches vertes sont, en général, si peu étendus que cette absence peut n'être qu'ignorance.

Nous ne décrivons les diabases appartenant au grand alignement Thanh Moï — Lang Son qu'en traitant des roches vitreuses qui les accompagnent.

Les *diabases andésitiques* recueillies au pied Ouest du Khao Poum Pou, ont une structure ophitique très nette avec andésine, cristaux aciculaires de pyroxène, pyrite abondante et nids de silice secondaire.

Un peu en avant de l'*Arc de Ban Tac*, des filons de roche verte forment barrage dans le lit du Khé Nginh Tuong, ce sont des diabases et des gabbros à forme diabasique, faciès différents d'un même magma. Les diabases renferment du labrador, de l'augite, de la magnétite. Les gabbros sont quartzifiés et contiennent du pyroxène ouralitisé, de la biotite, de l'ilménite ; de la micropegmatite et de la calcite peuvent s'y rencontrer.

Dans le *Yen Thé*, nous avons signalé près de Cuc Xao, une ophite avec labrador, augite, magnétite et micropegmatite extrêmement fine.

III. — Les roches vertes de l'alignement

Thanh Moï — Lang Son

Toutes les andésites et labradorites que nous avons trouvées viennent, sauf une andésite signalée déjà au Nord-Est de Dinh Ca (1) et un spécimen très altéré, de l'alignement qui passe à Thanh Moï et à Lang Son ou d'affleurements proches de cette traînée ; des diabases avoisinent ces roches vitreuses, elles représentent évidemment le même magma.

(1) Il faut aussi en rapprocher la roche très vacuolaire, remplie de calcédoine et de calcite que nous avons signalée à Na Lao, en décrivant l'arc de Ban Tac.

A. — *Diabases et ophites.*

Ces roches s'observent dans la partie Sud-Ouest de la traînée, spécialement aux environs de Thanh Mỗ et du Deo Ro. Il existe des diabases andésitiques et des diabases labradoriques.

Le labrador paraît être, en général, peu basique, nous avons mesuré dans la zone de symétrie les angles maximum d'extinction suivants : 33° , 31° , 30° et même 28° , il s'agit alors presque d'andésine. Toutes ces roches renferment de l'augite à laquelle peut s'ajouter de la hornblende ; de l'ilménite ou de la magnétite arborescente peuvent se rencontrer.

Nous avons observé deux fois de la micropegmatite, elle peut être très développée. Par altération, la calcite est parfois très abondante, elle forme la moitié d'un de nos échantillons où les emplacements des microlites de feldspath apparaissent pourtant très nettement en lumière naturelle.

La structure peut être celle d'une diabase ou d'une ophite plus ou moins fine, il y a ainsi passage aux roches microlitiques. Par contre, il peut y avoir passage aux gabbros : un exemplaire, recueilli dans une tranchée de la route de Thanh Mỗ à Van Linh, a une structure ophitique peu nette, un grain relativement gros, il renferme de longs cristaux d'augite maclée, de la magnétite, de la micropegmatite abondante ; malgré la taille des éléments, certains cristaux de labrador sont à l'état de squelettes, déjà très nourris il est vrai, et il n'est pas impossible qu'il reste du verre, l'altération ne permet pas de décider.

B. — *Andésites.*

Généralement de coloration gris verdâtre et à cassure compacte, les andésites sont caractérisées par des microlites d'andésine ou d'oligoclase-andésine (angles d'extinction maximum de 15° ou nuls) ; dans un cas, des microlites plus petits et plus acides sont associés aux autres ; il existe souvent des microlites d'augite. Le verre est en général extrêmement abondant, la pâte peut renfermer des vacuoles irrégulières et peu nombreuses occupées secondairement par de la calcédoine en microsphérolites à croix noire souvent extrêmement petits et amassés, parfois par un peu de quartz et d'opale qui peut être chloriteuse. L'abondance de cette silice secondaire est à rapprocher de l'existence de filons de belle calcédoine visibles dans les tranchées de la route de Lang Nac à Lang Son au milieu des andésites, elle y est accompagnée de quartz filonien secondaire.

La magnétite est fréquente et souvent abondante. L'ilménite peut former de longues baguettes plus ou moins barbelées.

Les andésites peuvent se charger de calcite, surtout quand elles sont en filon dans les calcaires. Des échantillons des environs de Quang Cu renferment une zéolite calcifère, la laumontite, que M. le Professeur Lacroix a bien voulu nous faire remarquer ; il s'agit ici d'une venue

à travers les rhyolites, la roche est craquelée, remplie de filonnets de calcite et s'effondre sous le marteau, l'écrasement n'a cependant pas modifié la structure intime qui, au microscope, paraît intacte.

Les microlites sont presque toujours inachevés et déchiquetés, ils sont souvent extrêmement petits, ces caractères indiquent un refroidissement brusque, mais leur enchevêtrement et l'absence d'orientation montrent que les roches que nous observons n'ont pas coulé.

Nous ne connaissons qu'un exemple où existe un premier temps de solidification, représenté par de l'augite et du feldspath.

Il faut probablement rapprocher de ces roches un verre noir à aspect de silex, contenant du quartz et du pyroxène et trouvé à l'Ouest de Lang Son, au Nord du gros affleurement d'andésite.

C. — *Labradorites.*

Nous ne connaissons qu'un exemple de labradorite observé au Sud-Ouest de Thanh Mỗ, les microlites de labrador admettent 48° comme angle maximum d'extinction ; il existe de la magnétite et de la chlorite.

Bien que renfermant des microlites de feldspath s'éteignant à 30° , une de nos roches a été comparée par M. Lacroix plutôt à une andésite, sa structure diffère des roches voisines, c'est une labradorite ou andésite doléritique, elle renferme de l'augite, de l'ilménite, du quartz ; elle pourrait correspondre à une roche intrusive, de filon ou de grande nappe de coulée, nous pensons qu'il s'agit d'un simple filon.

D. — *Métamorphisme.*

Nous avons observé près de Thanh Mỗ un dyke de diabase de 80 centimètres de large dans des calcaires à Fusulines, le calcaire a été seulement blanchi sur une épaisseur de quelques centimètres et y est un peu plus largement cristallin.

Nous avons noté déjà l'existence d'un filon d'andésite très vitreuse, large de 6 mètres au milieu des rhyolites ; dans cette roche à pâte contenant de fins microlites, nous n'avons observé, au contact, d'autre modification que l'éclatement des phénocristaux de quartz qui, au microscope, se montrent un peu craquelés.

E. — *Age.* (1)

Ce dernier exemple démontre que les andésites sont venues après les rhyolites dans la région de Lang Son. Dans la région de Pak Lay (moyen Laos) M. Bourret [1925] est arrivé à une conclusion inverse, mais l'ordre peut n'être pas le même au Laos qu'au Tonkin ; d'ailleurs, les exemples d'émissions alternativement basiques et acides sont fréquents en d'autres pays.

(1) Des débris de roches à pyroxène se trouvent dans les Latérites anciennes des massifs anthracolithiques ; celles-ci sont souvent laminiées. Ce fait indiquerait que la venue des roches vertes est antérieure à la fin des charriages, s'il était prouvé que toutes ces roches basiques appartiennent à la même série.

CHAPITRE IV

ROCHES SÉDIMENTAIRES — LATÉRITES ANCIENNES

[Pl. IV, fig. 6 ; Pl. V, fig. 1-2]

Nous avons donné, en étudiant la stratigraphie, des détails sur la structure oolithique de certains calcaires anthracolithiques, nous n'en parlerons plus. Nous ne décrirons ici que les latérites anciennes rencontrées dans les massifs de calcaires anthracolithiques.

Ces roches se présentent avec les structures les plus variées que l'on trouve réparties côte à côte. Les échantillons sont généralement très altérés et offrent l'aspect d'un fer oolithique plus ou moins net, d'un minerai de fer compact, d'un schiste dur plus ou moins rubané, de couleur rouille foncé ou clair ; les spécimens très altérés ne se prêtent à aucune étude ; de rares échantillons frais, de structures également variées, que nous avons étudiés dans le laboratoire de M. le Professeur Lacroix, renferment du diaspoire.

En lumière parallèle, on constate qu'il s'agit d'un minéral lamelleux dont le plan de lamellisation paraît être celui des axes optiques car les sections parallèles à ce plan sont plus biréfringentes que les autres ; ce minéral se présente surtout en sections allongées (pseudo-allongement perpendiculaire à l'aplatissement). Ces sections transversales ont des biréfringences variables et leur allongement est tantôt positif, tantôt négatif ; les sections à allongement positif sont les plus biréfringentes, celles allongées négativement les moins biréfringentes, donc $n_g - n_m > n_m - n_p$. En lumière convergente, on peut constater que l'aplatissement est parallèle aux axes optiques. Ces propriétés sont celles du diaspoire. En outre, M. P. Gaubert a eu la bonté de déterminer l'indice de réfraction qui varie, suivant les sections observées, de 1,708 à 1,74.

Un échantillon trouvé près de Na Lem (feuille de Pho Binh Gia), à cassure rappelant celle des roches latéritiques à structure pisolithique est compact, d'un gris verdâtre avec très minces filonnets blancs de diaspoire ; au microscope, se voient des lamelles de ce minéral, enchevêtrées comme le sont celles bien plus grandes, macroscopiques, provenant de Naxos.

Un second, recueilli près de Loung Na (région de Van Linh) montre des pisolithes remplies de lamelles de diaspore et traversées par des fentes d'altération.

Un troisième, provenant de Loung Cut (même région), en partie à structure bréchoïde, contient des fragments roulés ou concrétionnés, où l'on peut reconnaître des débris d'anciennes pisolithes très nettes à accroissement concentrique, certains grains se montrent formés eux mêmes d'autres plus petits comme cela s'observe dans les latérites d'Guinée, quelques cubes de pyrite ont pénétré en coin dans des grains de la roche. Le diaspore y est abondant, mais il existe de l'augite dans des débris de roche éruptive. Dans la région d'où provient cet échantillon, existent des diabases qui traversent l'Anthracolithique et se poursuivent plus à l'Est à travers le Trias, elles ont peut-être fourni ces débris.

Un spécimen des environs de Lang Son possède une structure pisolithique très nette au microscope et rappelant bien certaines latérites.

Nous avons choisi pour être analysé le spécimen le mieux conservé, il provient de Loung Chuong (près de Van Linh) et est formé de petits grains reliés par un ciment argileux. Après lixivation de l'argile, l'analyse a donné à M. Raoult les résultats suivants.

Si O ²	4,90
Al ² O ³	67,14
Fe ² O ³	4,36
Fe O	4,26
Mg O	0,59
Ca O	1,22
Na ² O	0,45
K ² O	0,17
Ti O ²	3,74
P ² O ⁵	0,25
+	12,50
—	0,66
Mn O	0,07
CO ²	néant

100,30

Le calcul de cette analyse montre que la roche renferme 74,6 o/o de diaspore ; ce qui reste peut être calculé sous forme de feldspaths, d'ilménite, de magnétite, de limonite et d'halloysite. M. Bourret [1922. — pp. 157, 160 sqq, p. 303] n'a pas cru pouvoir décider si ces roches étaient d'origine interne ou sédimentaire, il a supposé plutôt une provenance éruptive. De notre côté, nous penchions, mais sans preuve décisive, pour la seconde origine ; leur structure rappelle celle des formations latéritiques, leur mode de gisement nous a toujours fait penser à une origine superficielle ancienne. La présence de débris de roches,

de fragments rappelant les latérites pisolithiques, la découverte d'alumine hydratée et la composition confirment cette hypothèse.

Le diaspore ($\text{Al}^2\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}$) n'avait jamais été signalé jusqu'à présent dans des latérites où l'alumine se présente ordinairement sous une forme plus hydratée (hydrargillite, $\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$).

La localisation absolue de cette roche ferrugineuse au voisinage des calcaires nous paraît attribuable non à l'âge (qui n'est pas encore connu avec une grande précision) mais au processus de leur formation. Pourquoi dans ces roches que nous tenons pour latéritiques s'est-il formé du diaspore, non de l'hydrargillite ? La plupart de ces roches portent la trace d'un laminage intense, elles sont souvent litées ou présentent de superbes surfaces de friction ; dans ces conditions, n'y aurait-il pas eu transformation de l'hydrargillite ? Mais, jusqu'à présent, nous n'avons pas observé ce minéral et d'autre part, nous ne saurions attribuer aux phénomènes dynamiques une action aussi générale et aussi complète sur toutes ces roches. Rien n'empêche, a priori, de concevoir la formation directe d'alumine à une molécule d'eau c'est-à-dire de diaspore.

CHAPITRE VI

MINÉRAIS

Les minerais connus au Tonkin sont extrêmement variés, nous n'essaierons pas de les signaler tous ; nous possédons, d'ailleurs, en Indochine un excellent ouvrage, exposé avec beaucoup d'ordre et de soin, celui de M. Dupouy [1913], sur les minerais de notre colonie. Beaucoup d'exploitations sont, d'autre part, abandonnées ou presque, il serait impossible d'aborder en détail les problèmes de métallogénie. Nous nous bornerons donc à quelques courtes remarques. Les minerais les plus courants sont ceux de zinc qu'accompagnent ceux de plomb et de fer.

Cuivre. — Le cuivre est signalé de plusieurs points des environs de Bien Dong ; dans cette région, nous avons retrouvé les anciennes exploitations de Giao Liem, la galerie occupait exactement l'emplacement d'une faille oblique que l'on voit très nettement et qui affecte le Trias, nous n'avons pu observer que des minerais d'altération, azurite et malachite. Le cuivre existe en d'autres régions, en particulier au Mau Son.

Or. — L'or filonien doit exister un peu partout, l'or alluvionnaire paraît avoir été trouvé dans tous les bassins. M. Bourret [1924. — p. 11] a décrit une genèse assez compliquée de cet or et considéré sa première venue comme liée aux émissions rhyolitiques, les exploitations seraient exclusivement situées dans la « série intermédiaire ». Nous n'avons aucun argument pour ou contre cette théorie.

Zinc. — Les mines les plus importantes sont celles du Deo Ro, près de Thanh Moï, aujourd'hui abandonnées, et celles de Lang Hit près de Thãi Nguyen dont l'exploitation est intermittente. M. Dupouy [1913. p. 172] cite de Lang Hit, la calamine, l'hydrozincite, la cérusite, la galène, la blende, la pyrite. Un échantillon de blende et de calamine que nous y avons recueilli, montre nettement que celle-ci s'est formée aux dépens de celle-là sur laquelle elle apparaît comme une large efflorescence.

Nous avons déjà signalé l'écrasement de la blende, constaté dans cette mine, et l'existence de failles à stries de friction horizontales ; cette

observation s'accorderait bien avec la remarque faite par Suess [1897 — 1918. I. — p. 156], que les décrochements sont parfois minéralisés et que les failles inverses le sont beaucoup plus rarement. Ici, les deux espèces de failles sont associées. Le gîte de Lang Hit appartient à l'arc de Ban Tac, les recherches faites un peu à l'Est, à Xa Loung, l'ont été exactement à la base de la masse calcaire au contact avec le Trias ; les mines de zinc de Bai Nua, à 15 kilomètres à l'Ouest-Nord-Ouest de Lang Hit, paraissent avoir une position tectonique analogue. L'enrichissement à Lang Hit peut être lié à la présence des décrochements.

Les gisements du Deo Ro et du Mau Son ont une position différente, l'un est dans les calcaires paléozoïques autochtones, l'autre dans le Trias schisto-gréseux. Mais il se peut fort bien que toutes ces venues soient contemporaines et se soient produites lors des charriages qui ont entraîné les calcaires de Ban Tac (1).

Mercure. — M. Bordeaux, Ingénieur civil des Mines, a bien voulu nous indiquer l'existence de cinabre accompagné de minerais de plomb dans des mamelons situés à quelques kilomètres au Nord-Nord-Ouest de Phu Lang Thuong, c'est-à-dire au milieu de terrains très probablement rhétiens, mais peut-être triasiques.

Plomb. — La galène paraît exister un peu partout, nous l'avons rencontrée à Van La, au Nord-Est d'An Chau, dans une mine abandonnée, ouverte dans le Trias ; il y avait du minerai de cuivre associé, la mine aurait aussi produit du zinc.

Nous avons vu également de la galène à Thanh Moï à côté d'un filon d'ophite et de labradorite, ainsi qu'à Ban Hau au Nord de Lang Nac ; aux environs de ce dernier gîte existent aussi des labradorites (à la limite des andésites). Dans cette même région, de la blende et de la galène ont été exploitées au Deo Ro, à côté de cette mine nous avons récolté des diabases. De même, près de Ban Tac, on pourrait citer l'existence de sulfures et de filons de diabases. Il semble donc qu'il y ait une relation entre les venues de plomb et celles de roches vertes, ces faits sont à rapprocher d'exemples fournis par M. de Launay [1913, tome II] tels que des gîtes cuivreux, avec blende et galène, en relation avec des andésites, en Bulgarie. Mais il faut remarquer qu'au Tonkin, le plomb se rencontre en des points où nous ne connaissons pas de filons de roche verte, au Mau Son etc...

M. Giraud [1918. — p. 34] prétendait que les filons de galène et de blende du Deo Ro et de Lang Hit étaient cantonnés dans les calcaires noirs du Dévonien ; or, il y a de la galène en filons dans le Trias, et à Thanh Moï comme à Ban Hau, les gisements sont dans des calcaires

(1) Tout la région de Lang Hit est très minéralisée ; au voisinage du contact anormal de la nappe du Nui Rao ; nous avons reconnu sur la berge du Song Cau, un grès à veinules de quartz avec pyrite, limonite et malachite.

parfois noirs mais d'âge anthracolithique, il n'y a donc pas localisation de ces filons dans le Dévonien.

Antimoine. — L'antimoine est répandu un peu partout depuis Dong Hui (au Nord de Cam Pha) jusqu'à Moncay ; il paraît localisé dans cette bande voisine du littoral. Nous avons discuté l'âge des venues de stibine en étudiant la région de Moncay, nous les considérons comme antérieures à la transgression du Terrain Rouge rhétien, la stibine se trouve dans les schistes satinés inférieurs. Sarrau [1893. — p. 31], à propos du gîte de Dong Hui, signale le minerai dans des « schistes primitifs » qui sont certainement l'équivalent des schistes satinés de la région de Moncay.

Les gisements de stibine ne sont pas éloignés des affleurements de rhyolite, leur âge anté-rhétien autorise à supposer une relation entre les venues de stibine et de roches acides, telle que celle pressentie dans le Plateau Central [Lacroix. 1897. II. — p. 450].

Manganèse. — M. Dupouy [1913] signale de la psilomélane accompagnée de limonite, à Dong Giang au fond de la rade de Port-Courbet. Nous avons dans cette région trouvé, en effet, une roche que nous avons étudiée avec M. Orcel au Muséum d'histoire naturelle, elle contient presque uniquement du bioxyde de manganèse (MnO_2), très peu de fer, un peu d'eau ; il n'y a ni métaux alcalino-terreux, ni cobalt, cet échantillon ne renferme donc pas de psilomélane ; il paraît avoir une origine latéritique.

Le manganèse a été signalé aussi de Phi Liet près d'Haïphong (pyrolusite) et près de Thaï Nguyen.

Fer. — Le fer existe un peu partout, mais c'est surtout dans la région de Thaï Nguyen qu'il est connu ; dès 1893, les mines de Cu Van et de Ly Nham étaient concédées à Ba Ky, pirate assagi ; un alignement de gîtes est signalé sur la carte du Commandant Zeil [1907], nous avons déjà discuté la valeur de cette localisation.

Les exploitations sont trop superficielles pour nous renseigner ; à Cu Van, nous nous sommes simplement trouvé en présence d'un chapeau de fer. A Ky Phu, au pied du Tam Dao, nous avons observé de la très belle limonite fibreuse (göthite) disséminée dans la limonite terreuse provenant de son altération.

Nous en sommes réduit aux hypothèses relativement à l'origine du fer dans la région de Thaï Nguyen et du Tam Dao. Nous pensons que ce métal provient de sources multiples.

Entre Huong Son et My Trang, nous avons trouvé de la limonite formée aux dépens de pyrite très abondante dans les filons de quartz bien visibles grâce à de petits travaux de recherche d'« or ». Dans la même région entre My Trang et Luc Ra, il existe, en plusieurs points, des grès injectés de quartz et parfois d'oxyde de fer suivant des veines et veinules nombreuses, parallèles et discontinues ; les veines de quartz

alternent avec celles de fer sans se mélanger. Cette injection est en rapport avec les mouvements tangentiels ; elle peut être indépendante des venues filonniennes de quartz à pyrite.

Toujours dans la même région de Luc Ba, au pied du Nui Phao, nous avons recueilli du quartz riche en magnétite disséminée dans sa masse (2,9 o/o de fer) et, au voisinage immédiat, un minerai à 53 o/o de fer et à titane en quantité notable (1). Ce quartz à magnétite, origine vraisemblable du minerai, ne saurait être confondu avec les quartzites à magnétite de la nappe des Cornéennes, ceux-ci constituent une autre source possible de fer dans les régions situées un peu au Nord.

Enfin, le fer pourrait bien être en relation avec les gabbros voisins, le minerai de fer titané et le quartz à magnétite que nous venons de signaler, sont à proximité d'un affleurement de gabbro contenant lui-même du rutil et de l'ilménite (2). Les exploitations du Cu Van sont à côté d'un massif de rhyolite et de micropegmatite, mais ne sont pas éloignées des gabbros.

En résumé, nous n'avons que l'embarras du choix pour expliquer l'origine du fer dans la région de Thaï Nguyen, seules des exploitations profondes permettront de choisir.

Le fer doit être aussi très abondant à l'Ouest du Tam Dao ; nous nous sommes entretenu de cette question avec M. Bourret et nous sommes d'accord pour penser que la richesse en fer des latérites de cette région est due à la destruction de gîtes de fer, cette roche devient parfois un vrai minerai.

(1) Analyses du Laboratoire de chimie de Hanoï.

CINQUIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

CHAPITRE PREMIER

QUELQUES CONSIDÉRATIONS SUR LA STRATIGRAPHIE

Au début de ce travail nous avons étudié la stratigraphie à un point de vue purement local ; nous avons réservé, pour les exposer après la tectonique, les remarques d'ordre plus général qu'il est possible de faire au sujet de nos différents terrains.

Cambrien.

Le Cambrien est si faiblement représenté qu'il ne permet que de courtes comparaisons. Cependant son faciès est assez caractéristique ; il s'agit en effet, d'un terrain rouge et l'on sait la relation fréquente entre de tels terrains et les chaînes de montagnes. Nous pensons que la nature souvent assez grossière de nos grès et schistes brun-rouge ou verts du Cambrien inférieur sont un indice assez sérieux de *mouvements précambriens* ; étant donné la quasi-universalité de ces plissements, c'est d'ailleurs nous avancer bien peu.

Le faciès de notre Cambrien inférieur se retrouve d'ailleurs en des points très différents du globe où ce terme est transgressif ; il renferme des grès pourprés, des schistes rouges et verts comme dans le Pays de Galles ou en Bretagne. Plus près de l'Indochine, dans la Salt Range, nous retrouvons des formations rouges, schistes ou grès, des grès à Annélides, des argiles micacées. Enfin, en Chine, les géologues de la mission Carnegie ont décrit [Blackwelder. 1907. — vol. I, part. I] un

Cambrien transgressif sur des séries très plissées et débutant par des conglomérats et des couches rouges, grès et schistes argileux, qu'il s'agisse soit de formations ensuite très plissées comme dans le Chan Si [ibid. p. 139, fig. 33, p. 141, p. 162, fig. 51], soit des formations restées parfois sensiblement horizontales comme dans le Chan Toung [ibid. p. 25, fig. 6].

Ordovicien.

Les trois horizons connus caractérisés respectivement par *Calymmene Douvillei*, *Remopleurides* et *Climacograptus* ne peuvent être qu'imparfaitement parallélisés avec les divisions classiques de l'Ordovicien, cependant, le premier est comparable à un niveau probablement bien inférieur aux suivants qui paraissent se placer vers le sommet de l'Ordovicien. Comme en de nombreuses régions du globe, l'Ordovicien présente des alternances de faciès correspondant à des profondeurs de mer très différentes, il est inutile de chercher des comparaisons pour le peu que nous savons de l'Ordovicien indochinois. Rappelons que les Graptolithes sont très abondants dans le niveau à *Climacograptus*, plus rares dans celui à *Remopleurides*, rarissimes dans celui à *Calymmene* ; le premier formé de schistes carburés doit être considéré comme une formation bathyale plus profonde que les schistes à *Calymmene*. Notre ignorance relative à la paléogéographie de ces parages et à la disposition des rides que pouvait présenter le fond de la mer ordovicienne nous interdit de tirer la moindre conclusion. Pour la même raison, nous ne ferons aucune comparaison avec les grès à *Ogygites* découverts par M. Charles Jacob dans le Thanh Hoa.

Il y a simplement contraste avec l'Ordovicien exclusivement néritique que l'on connaît de Birmanie. Des Graptolithes ont été signalés de Birmanie mais dans le Gothlandien. L'Ordovicien du Yunnan avait précédemment fourni des Graptolithes signalés par Cowper Reed [1917. — p. 3].

Gothlandien.

Le Silurien supérieur n'est pas connu au Tonkin, il est connu en Birmanie et, depuis les découvertes de M. le Commandant Dussault, au Laos ; il se peut qu'il soit représenté au Tonkin par une partie des formations non datées, observées au voisinage du Dévonien ; dans ce cas, il s'agirait de formations surtout détritiques. Ainsi, de toutes façons, nous retrouverions au Tonkin l'indication de la régression qui, en d'autres régions géosynclinales, atteint son maximum au Gothlandien.

Dévonien.

La plupart des termes du Dévonien reconnus dans le Bac Son ne paraissent pas indiquer des variations notables au point de vue bathymétrique ; il peut s'agir de calcaires, de schistes, de grès ; mais la faune

de Brachiopodes et de Lamellibranches n'accuse pas de différence dans les conditions de dépôt. Ces formations doivent être considérées comme néritiques (1). Il n'en est plus de même dans le pays de Quang Co, pour les schistes à Ptéropodes. Les schistes à *Tentaculites* sont ordinairement tenus comme caractérisant des conditions bathyales, pourtant on cite près du lac Ontario une couche formée par des millions de *Styliola fissurella* Hall (= *S. clavulus* Barrande) rejetés à la côte avec des troncs de *Lepidodendron* [Suess. 1897-1918. II. — p. 379 ; Haug 1907-1911. — p. 717]. Malgré cela, nous considérons que nos schistes à Ptéropodes et les lydiennes que nous rapportons à la même série, correspondent à un faciès plus profond que les autres schistes, les Brachiopodes s'y rencontrent mais ils y sont assez rares. Les schistes à Ptéropodes se sont déposés dans une mer plus profonde que les calcaires sous-jacents à Capulidés.

Les études sur le terrain ne permettent pas de résoudre les questions de transgression ou de régression, mais la fréquence des couches à *Spirifer speciosus* est à remarquer et à rapprocher de la transgression mésodévonienne dans les géosynclinaux. Ce rapprochement s'accorde avec ce que nous venons de dire de l'approfondissement de la mer lors du dépôt des schistes et lydiennes à *Styliola clavulus* et *Tentaculites elegans* que nous avons rapportés à l'Eifélien ou au Givétien inférieur.

Nous pensons que les termes détritiques non datés que nous avons observés en compagnie du Dévonien appartiennent, au moins en majeure partie, à la base de ce système. Ainsi l'absence ou la sédimentation parfois grossière du début, l'approfondissement de la mer au moins jusqu'au Givétien, l'absence de Famennien (si elle se confirme) rappellent singulièrement les épisodes constatés en de nombreux points des géosynclinaux dévoniens.

Par sa composition, l'Eifélien du Bac Son se rapproche de celui de l'Ardenne, zone qui, par ses différentes phases de sédimentation au cours du Dévonien, rappelle beaucoup ce massif du Tonkin.

Par contre, le pays de Quang Co nous offre une série rappelant la Bohême par la composition de ses termes et par leur succession. Cette opposition entre les deux faciès ardennais et hercynien est tout à fait remarquable.

D'autre part, il semble que le Dévonien soit plus détritique au Sud qu'au Nord ; les grès et les schistes rouges y sont plus abondants ; de même, les lydiennes paraissent devenir progressivement moins fréquentes et moins épaisses vers le Sud. Ceci fait songer à la proximité d'une terre émergée. Malheureusement les terrains détritiques ne sont pas datés avec précision, de sorte que toute conclusion est interdite.

(1) L'existence de Ptéropodes dans les Schistes à *Chonetes Zeili* reconnus plus au Nord par M. Giraud, ne permet pas d'attribuer à ces formations un caractère plus profond ; ces Mollusques n'y sont en effet qu'en minorité, leur présence ne modifie pas le caractère de l'ensemble.

Nous avons, de plus, déjà remarqué que la plus grande abondance des grès dans la région littorale et dans les îles peut n'être qu'apparente et être attribuée aux conditions d'érosion.

Il semble bien cependant que nous ayons trouvé au Tonkin les trois faciès classiques du Dévonien, hercynien, ardennais et vieux grès rouge, et que ceux-ci soient répartis par rapport au sens des plissements dans le même ordre qu'en Europe.

Les affinités signalées antérieurement entre les Lamellibranches de l'Indochine et ceux de l'Amérique du Nord appartenant aux couches d'Hamilton ou de Chemung apparaissent dès les couches à *Chonetes Zeili* que nous avons rapportées au Coblencien, mais il s'agit de formes de petite taille qu'il serait donc bien tentant de considérer comme ancestrales. Lorsque les découvertes se seront multipliées, il y aura probablement un joli problème à étudier quant aux relations de ces faunes.

L'association de Spirifères européens et de Lamellibranches à affinités américaines est à rapprocher des parentés signalées par Lebedew pour les Anthozoaires du Nord de l'Asie.

Quant aux affinités, elles paraissent être surtout avec l'Amérique au Dévonien inférieur, tantôt avec l'Amérique tantôt avec l'Europe au Mésodévonien.

Anthracolithique.

La rareté du Dinantien, l'absence de Moscovien indiquent des mouvements d'émersion au cours de cette période. Ensuite, l'Ouralien et le Permien ont un faciès si constant, celui de calcaire à Fusulinidés, que l'on ne peut admettre aucune discontinuité dans la série. Les Fusulinidés, comme plus tard les Nummulites, animaux qui devaient exiger les mêmes conditions biologiques, indiquent des formations néritiques ; les calcaires anthracolithiques doivent, d'ailleurs, être considérés comme zoogènes. Aux Foraminifères, peuvent être associés des Coralliaires, Brachiopodes, Trilobites, Gastropodes et Lamellibranches.

L'épaisseur de ces calcaires à Fusulinidés et leur remarquable homogénéité ne peuvent alors s'expliquer que par un abaissement régulier des formations, c'est-à-dire par un régime géosynclinal.

Dans le reste du monde, de telles successions de calcaires comprenant l'Ouralien et tout le Permien sont rares. Pour trouver un Anthracolithique de composition voisine il faut aller au Turkestan, Tian Chan méridional et Bokharie, ou dans la Salt Range.

C'est surtout dans la Chine méridionale que nous trouvons des caractères semblables pour l'Ouralien et le Permien, ils y sont concordants.

Nous avons été d'autre part frappé par la description, que nous avons trouvée dans Suess [1897-1918. — Tome III, 1^{re} partie, p. 298], des plateaux calcaires paléozoïques des Etats Shans de Birmanie, leur aspect rappelle le Karst, ils sont très plissés et ne doivent leur forme tabulaire qu'à l'érosion. D'après le même auteur [p. 301], ces caractères se retrouvent dans le grand plateau calcaire du Kouei Tchéou, du Sud-

Est du Yunnan et de l'Ouest du Kouang Si. La description de ces plateaux de Birmanie ou de Chine s'applique mot pour mot à nos massifs anthracolithiques, nous pensons qu'ils ont une même origine.

Par leur épaisseur de 1000 à 1200 mètres, les calcaires de Wu Chan signalés sur le cours moyen du Yang Tsé par Bailey Willis [1907. — p. 264, p. 274 ; Haug. 1907-1911. — p. 782] sont encore comparables à ceux du Tonkin, ils sont transgressifs et attribués à l'Ouralien mais rien ne dit qu'ils ne renferment pas du Permien, car les fossiles y sont mal conservés et il n'en est pas signalé dans la moitié supérieure.

M. Mansuy [1919. II. — p. 82] a signalé le Moscovien au Yunnan ; il y aurait, à ce point de vue, une différence entre les deux pays voisins, la régression du Moscovien caractérise en effet les géosynclinaux. Mais l'existence de ce Moscovien repose sur des bases bien fragiles ; M. Mansuy [1919. II. — p. 76] signale d'abord les calcaires de Chouei Tang ; sur 24 espèces, 21 sont nouvelles, les 3 autres ne sont déterminées qu'avec doute ou ne sont pas caractéristiques, les affinités ne permettent pas de rapporter ces calcaires à un terme du Carbonifère plutôt qu'à un autre.

La faune des calcaires de Lo A Tien est encore moins caractéristique, les 16 espèces citées sont toutes nouvelles, ce qui paraît a priori bien étonnant et indique la nécessité d'une revision, leurs affinités sont avec des formes d'âges très divers. Ainsi, il ne resterait que la présence de *Spirifer mosquensis* dans les calcaires de Kouen Yang [ibid. p. 80] pour autoriser à parler de Moscovien, mais, d'après Grabau [1923-1924. — p. 292] qui a révisé cette détermination, il ne s'agirait pas de l'espèce caractéristique décrite par Fischer von Waldheim mais d'une variété de *Spirifer bisulcatus*. L'existence du Moscovien dans le Sud du Yunnan reste donc entièrement à démontrer.

Le faciès terminal des grès et lydiennes permien n'accuse pas de variations bathymétriques sensibles. Les grès assez grossiers de Hongay indiquent plutôt la proximité d'un rivage qu'une diminution de profondeur ; les lydiennes de Lang Nac à Ammonites correspondent peut-être à un approfondissement de la mer à Fusulinidés ; mais nous avons fait observer que les faunes des grès de Hongay et des lydiennes de Lang Nac indiquent des conditions biologiques voisines. Cependant, il existe des Ammonites dans les lydiennes de Lang Nac. Il est très possible que des compressions se soient fait sentir dans le géosynclinal à la fin du Permien, causant ici une augmentation de profondeur de la mer, là une diminution. L'épisode des schistes silicifiés à *Ophiceras* de Cho Bai, terme le plus élevé du Thuringien, mérite d'être comparé à celui des couches à *Otoceras* et *Hungarites* de Djoulfa qui indique une transgression dans les géosynclinaux à la fin du Permien [Haug. 1900. — p. 697].

Trias.

Le Trias inférieur est concordant avec le Permien, la limite est impossible à tracer sur le terrain. Cette concordance est, on le sait, presque générale sur la Terre, elle est connue en particulier dans la Salt Range.

Nous avons vu qu'ensuite une lacune existe au Trias moyen, les calcaires anthracolithiques sont alors attaqués par l'érosion et d'importantes émissions rhyolitiques ont lieu.

Les venues rhyolitiques sont l'épisode le plus saillant du Trias moyen, elles doivent être rapprochées des émissions volcaniques et des lacunes bien connues dans le Ladinien et le Carnien du Trias alpin, à Recoaro, etc..... A Raibl, en Carinthie, des porphyres pétrosiliceux se sont épanchés au Ladinien. Mais les accumulations de rhyolites ont pris au Tonkin des proportions grandioses, le massif rhyolitique du Tam Dao mesure 40 kilomètres de long, 10 de large et s'élève de 1300 mètres au-dessus de la plaine. Les rhyolites de la région de Moncay couvrent un espace continu un peu plus long et deux fois plus large.

A la limite Nord du Bac Son, le niveau à *Monophyllites Suessi*, c'est-à-dire l'équivalent du Virglorien supérieur à *Ceratites trinodosus*, a un caractère littoral. Les Ammonites, la plupart brisées, que l'on trouve dans ces grès ont peut-être été rejetées à la côte. La mer reprend possession du pays, deux faciès tendent à s'établir, exclusifs l'un de l'autre, les schistes avec calcaires interstratifiés et le Terrain Rouge, le premier de ces faciès est surtout bien développé dans le pays de Lang Son. Les calcaires possèdent à la fois dans l'ensemble et dans le détail une répartition lenticulaire.

Le Trias inférieur aux Rhyolites, par la présence de débris végétaux parfois abondants, correspond déjà à une mer peu profonde (1). Les schistes néotriasiques à Ammonites, pour les mêmes raisons, accusent encore une faible profondeur. Le Trias supérieur aux Rhyolites est d'ailleurs transgressif, ses calcaires reposent tantôt sur les rhyolites, tantôt sur les schistes qui en sont l'équivalent latéral.

Cependant le Trias supérieur schisteux de Ban Bang renferme de petites Ammonites en oxyde de fer, qui ont donc été primitivement transformées en pyrite, ce caractère fait penser à une formation bathyale, les Nuculidés y sont nombreux. La présence de débris végétaux (Equisétinées) assez abondants n'est pas incompatible avec ces conditions. Nous ne connaissons ce faciès spécial (2) que du coin de

(1) Dans les schistes à *Danubites* de Lang Son, qui reposent immédiatement au-dessous des Rhyolites, les végétaux sont plus abondants que dans les schistes et grès alternants que traverse la route et qui correspondent à un niveau inférieur.

(2) Des schistes avec empreintes de *Margarites* se rencontrent, au Nord du Mau Son, à Po Nin, ils y supportent des schistes lie de vin du Trias. Ils peuvent correspondre à la limite des deux faciès.

Tri Lé d'où le Terrain Rouge est exclu. Il faut donc admettre que cette aire synclinale avait déjà commencé à se dessiner dès le Trias et que ces schistes sont, en bordure du Bac Son, un équivalent bathyal du Terrain Rouge. Tout à côté des schistes à *Margarites* de Ban Bang s'observe le Trias supérieur à *Paratropites Phoebus* v. Dittmar qui renferme aussi des débris de végétaux, mais qui correspond peut-être à un niveau différent. Dans ces schistes, d'ailleurs plus gréseux, il n'y a pas trace d'Ammonites transformées en oxyde de fer ; ces schistes à *Paratropites* peuvent correspondre cependant aux mêmes conditions que ceux à *Margarites*.

En étudiant la tectonique, nous discuterons l'origine du Terrain Rouge. Les schistes à *Estheria minuta* d'An Chau paraissent être un épisode lacustre qui couronne cette formation. La présence d'*Estheria minuta* paraît liée au faciès qui est à peu près celui de la Lettenkohle, mais elle n'indique pas la contemporanéité ; on la signale d'ailleurs dans les grès à charbon de Lunz, ceux-ci sont carniens tandis que la Lettenkohle est ladinienne.

Deux émerSIONS ont donc été constatées, l'une au milieu du Trias, l'autre à la fin ; c'est au cours de l'une d'elles, sinon des deux, que se sont produites les latérites anciennes à diaspoïre (Roches ferrugineuses), la formation d'alumine hydratée est toujours une preuve d'exondation.

Nous considérons que les émerSIONS du Trias sont dues à des rides produites dans le géosynclinal par les premières poussées ; ces émerSIONS n'ont probablement pas été générales, nous rappellerons d'une part ce que nous venons de dire au sujet de l'approfondissement local de la mer du Trias supérieur dans le coin de Tri Lé, d'autre part, la continuité apparente de toute la série, allant de l'Ouralien au Terrain Rouge triasique compris, au Sud-Est du Bac Son, tandis qu'ailleurs plusieurs de ces termes peuvent manquer.

Un effort orogénique très intense va se faire sentir au Tonkin vers la limite du Trias et du Rhétien, il commence à se manifester dès cette première époque, il faut donc s'attendre à des perturbations spéciales et ne pas espérer trouver un parallélisme rigoureux avec les transgressions et régressions reconnues dans les autres pays, nous nous bornons à rappeler d'une part la régression au Trias moyen et d'autre part l'existence de faunes correspondant aux deux horizons interrégionaux à *Ceratites trinodosus* et à *Tropites subbulatus*, représentés par les niveaux à *Monophyllites Suessi* et à *Paratropites Phoebus*.

Rhétien.

Nous avons vu qu'au Rhétien ont eu lieu deux mouvements transgressifs, nous avons examiné la première transgression en étudiant le haut Yen Thé et le Dong Trieu, la seconde en décrivant le Terrain Rouge rhétien du littoral de Moncay. Il n'y a pas d'indice de régression mais seulement d'un temps d'arrêt entre les deux mouvements. Ce caractère

transgressif rapprocherait le Rhétien du Tonkin de celui de beaucoup d'autres pays ; mais au Tonkin, le Rhétien diffère de ce qu'il est en général, par l'importance des mouvements orogéniques.

Le retour du Terrain Rouge, faciès triasique, à la fin du Rhétien est un caractère observé en Lorraine, mais il ne s'agit ici que de couches de quelques mètres ; ce phénomène s'explique au Tonkin par la formation préalable des montagnes, ce Terrain Rouge est l'homologue de celui qui, en Europe, au Permien, succède aux mouvements hercyniens.

La présence de plis très énergiques dans le Rhétien du Dong Trieu ne permet pas d'en évaluer l'épaisseur avec précision, celle-ci est certainement très forte et supérieure aux 700 mètres de Brèche du Système X signalés aux environs de Cho Chu.

Dans l'Inde péninsulaire, la série de Mahadeva, c'est-à-dire la partie rhétienne des couches de Gondwana est formée de grès à gros éléments, de graviers, de conglomérats, parfois de bancs calcaires, d'argiles ; son épaisseur atteint 3.300 m. dans les montagnes de Saptura [Ramond. 1895. — p. 30 ; de Lapparent. 1906. — p. 1067] ; le Rhétien du Tonkin est identique comme composition, mais son épaisseur reste inférieure, cette comparaison montre qu'après la cessation du régime géosynclinal au Tonkin, la sédimentation s'est rapprochée de celle du continent de Gondwana. Rappelons que de la houille rhétienne est signalée également du Transvaal, du Chili, du Spitzberg.

Nous avons vu que les travaux de Zeiller ont montré qu'il existe des différences ou des nuances dans la flore des différents gisements, ceci n'est pas surprenant ; dans le Rhétien de Scanie, 8 niveaux caractérisés par leur flore ont été distingués. Le Rhétien a duré certainement très longtemps ; ces remarques s'accordent avec l'importance et la variété des phénomènes que nous rapportons cette époque. Nous avons, en étudiant la stratigraphie, comparé les flores rhétiennes du Tonkin et de Vladivostock et, à ce sujet, nous avons évoqué l'Elément continental oriental de Bailey Willis.

CHAPITRE II

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

I. — Vue d'ensemble sur le Sud-Est du Tonkin

Dans toutes les descriptions précédentes, nous n'avons ménagé ni les conditionnels, ni les expressions dubitatives. Malgré cela, nous sommes arrivé à reconstituer la tectonique de tout le pays parcouru. Nous allons en donner une esquisse très brève afin de regrouper les différents éléments étudiés.

Dans la région autochtone, nous avons reconnu deux grands massifs constitués de terrains anthracolithiques ou antérieurs ; on y trouve la trace de mouvements hercyniens et probablement d'autres plus anciens. L'un de ces massifs est le Bac Son dans le voisinage duquel s'observent les affleurements anthracolithiques de Lang Son. Dans cette rapide esquisse, nous rattachons au Bac Son le pays de Quang Co qui lui est relié par une sorte d'isthme, ce pays appartient en réalité à un arc plus interne constitué plus au Nord-Est par la « Fenêtre de Yen Lac » de M. Bourret. Le second massif s'étend de Moncay jusqu'aux environs d'Haïphong, les grès triasiques, à débris de rhyolites, des îles Kao T'éou indiquent, par leur pendage, la disparition de ce massif vers le Sud-Est.

Les terrains triasiques sont conservés autour de ces deux grandes aires et les séparent, les rhyolites émises au Trias forment une véritable bordure tant autour du Bac Son qu'au voisinage du massif méridional. La masse de rhyolites du Tam Dao semble continuer autour du Bac Son la ceinture de roches éruptives interrompue par les affleurements de Rhétien transgressif.

Au Nord-Ouest du Bac Son apparaissent les éléments charriés, ceux-ci se sont avancés bien plus au Sud que leurs affleurements actuels, puisque nous trouvons dans l'île de la Cat Ba, au Sud-Est d'Haïphong, des traces de dislocations tangentielles. L'influence du passage des nappes se fait sentir nettement le long de la limite Nord-Ouest du Bac Son ; le Trias y a été traîné sur l'Anthracolithique, des brèches de friction se sont produites au contact. L'arc de Ban Tac, que nous rencontrons ensuite, est une masse de calcaires à Fusulines, lame entraînée par les nappes au-dessus d'un Paléozoïque autochtone et chevauchant localement le Trias du pays de Fou Coc ; ce Paléozoïque

autochtone est lui-même parfois renversé. Les calcaires de Ban Tac sont, à l'Ouest, représentés par des paquets, lames beaucoup moins étendues, pincées entre la nappe et les terrains autochtones, dévoniens et peut-être plus anciens, constituant le pays de Quang Co, annexe à demi indépendante du Bac Son.

Parmi les termes charriés, nous avons reconnu de bas en haut, la nappe du Nui Rao, avec ses schistes sériciteux, la nappe des cornéennes, les marbres de l'arc de Cho Chu, les granites ; l'ensemble de ces masses charriées forme un synclinal arqué dont les granites occupent le centre. Nous avons attribué la masse de la nappe du Nui Rao au Dévonien et admettons qu'elle renferme des terrains du substratum plus ou moins bien assimilés et appartenant au Dévonien, à l'Anthracolithique et vraisemblablement au Trias.

Tous ces termes autochtones ou charriés dessinent des arcs concentriques formant une vaste virgation.

Le Rhétien postérieur aux charriages repose transgressivement sur cet ensemble. Il est conservé suivant un grand arc allant de Moncay, au Sud-Est, jusqu'au delà de la route de Cho Chu à Tuyen Quang, au Nord-Ouest ; quelques massifs isolés de Rhétien se rencontrent à l'état de témoins à l'intérieur de cet arc.

A l'Est, l'arc de Rhétien est conforme au plan de la virgation, mais à l'Ouest, il recoupe les différents éléments de celle-ci, depuis le Trias jusqu'aux nappes les plus supérieures, en recouvrant la partie Sud-Ouest du Bac Son. L'indépendance du Rhétien et des terrains antérieurs se manifeste encore par ce fait que la disposition en virgation double, du deuxième genre, pour employer la terminologie de M. Argand, s'observe dans les îles formées de Paléozoïque non dans le Rhétien situé en arrière. Mais, bien entendu, une partie du plan de la virgation anté-rhétienne se retrouve dans la disposition du Rhétien ; les conditions de son dépôt ont été, en effet, régies par la forme de la chaîne nouvellement formée, et il faut surtout tenir compte de l'influence de plis posthumes plus ou moins conformes aux précédents.

Nous avons noté une autre indépendance entre la disposition arquée des affleurements de rhyolites et la rectitude des affleurements de roches vertes (andésites) venues postérieurement.

Enfin nous avons fait remarquer, après d'autres, la disposition des bassins néogènes suivant des alignements rectilignes parallèles au Fleuve Rouge. Celui de Lang Son à Tien Yen est particulièrement net.

Cette disposition résulte des plis très faibles qui ont produit les synclinaux où ces terrains sont conservés et qui avaient dû, au préalable, former des dépressions localisant la sédimentation. Le Néogène de Port-Courbet est plissé suivant la direction du Fleuve Rouge, mais l'influence des plis ne se fait plus aucunement sentir dans son prolongement, sauf à 70 kilomètres de là, près de Dong Son (1).

(1). Au Sud-Est, la direction est marquée par la Passe de Hongay ; la coïncidence peut être fortuite.

L'indépendance de ce plissement néogène par rapport aux arcs de la virgation est totale. Il convient cependant de remarquer que les arcs de la virgation forment une famille de courbes disposée à l'intérieur d'un cadre dont les côtés seraient justement parallèles à la direction du Fleuve Rouge et à l'alignement des roches de Thanh Moï-Lang Son. Ce sont ces deux directions qui avaient frappé M. le Général Jourdy au début des premières études sur la géologie du Tonkin ; par rapport aux courbes de la virgation, ces directions seraient à peu près celles de deux diamètres conjugués.

Nous remarquerons encore une fois que l'alignement Lang Son-Tien Yen correspond au rebroussement de plis, séparant l'arc du Dong Trieu de celui de Moncay.

Enfin, nous ne ferons que rappeler le plissement à rebours de l'extrémité orientale de l'arc de Moncay, influencé par l'existence d'un massif indiqué probablement en partie par le granite de Moncay, obstacle qui, plus tard, sera peut-être rattaché à l'« Eastern element » continental de Bailey Willis et qui explique la sédimentation très grossière du Trias de la chaîne des Mamelles.

L'indépendance des plis tertiaires, avec localisation des bassins de lignite, mérite d'être comparée à celle qui existe entre les synclinaux où sont localisés le Néogène et le Quaternaire de la Meseta Ibérique, et les vieux plis de ce massif, indépendance sur laquelle Argand [1925. — p. 265] a récemment insisté ; ce géologue attribue ces synclinaux à grand rayon de courbure à l'action de plis de fond, ces plis sont parallèles à ceux de la Cordillère Bétique ; de même, les plis néogènes du Tonkin sont dus aux mouvements d'âge himalayen qui se sont surtout manifestés dans le géosynclinal situé en bordure des anciens plis.

II. — La question des roches vertes

A plusieurs reprises nous avons fait allusion aux vues de M. Charles Jacob sur l'origine des roches vertes ; dans cette hypothèse, ces roches seraient venues à la faveur des charriages. Ces idées avaient déjà été mises en avant par Suess pour d'autres régions. Nous trouvons dans la « Face de la Terre » [1897-1918. III. — p. 742, fig. 154, p. 784. fig. 167, p. 926] des coupes tout à fait instructives à cet égard.

En ce qui est de la position de ces roches, nous n'avons trouvé sur le terrain, aucune confirmation de cette hypothèse, la traînée rectiligne d'andésites de Thanh Moï-Lang Son provient de venues à travers le Paléozoïque et le Trias autochtones suivant des filons ordinaires.

Les affleurements situés plus au Nord sont beaucoup plus limités ; étant situés plus à l'intérieur de la chaîne, ils sont plus rapprochés des nappes charriées, leur position géographique serait assez favorable à l'hypothèse de M. Jacob ; en effet, nous avons rencontré ces roches un peu en avant de l'arc de Ban Tac, lame charriée, tant à côté de Ban Tac

qu'à l'Est de Na Ri, et nous les avons signalées aussi au pied du Khao Poum Pou, à la limite des lydiennes autochtones et de la nappe du Nui Rao ; nous avons peu de renseignements sur la nature de ces gisements, mais ils ne paraissent pas se présenter sous forme de filons-couches ou de paquets laminés avec les terrains encaissants.

Nous avons signalé une autre série de roches vertes, celle des gabbros qui constituent un élément surajouté aux nappes, nous les avons considérés, sans preuves bien solides, comme légèrement postérieurs aux charriages, nous avons admis qu'ils pouvaient représenter la dernière phase des émissions qui auraient commencé avant ou pendant le charriage et auraient donné les orthoamphibolites du Nord de Don Du ; c'est là une simple hypothèse.

Il semble donc que nous ne fournissions jusqu'à présent, aucun argument en faveur de la théorie de M. Jacob, la position assez externe des andésites de Thanh Mỗ-Lang Son et leur manière d'être lui seraient plutôt défavorables. Mais, par les renseignements que nous apportons sur l'âge de ces roches vertes, nous l'étayons d'un nouvel argument. Nous avons démontré que les andésites de Lang Son sont postérieures aux rhyolites du Trias moyen (1), nous pensons que les gabbros de Cho Chu sont venus immédiatement après le charriage, avant le dépôt des conglomérats rhétiens. Ainsi, les venues de roches vertes se placent dans le temps entre les mêmes limites que celles que nous avons fixées pour les grandes dislocations tangentielles.

M. Jacob [1925. — p. 1139] remarquait déjà que les porphyrites accompagnent les couches rhétiennes (2) sous le lambeau de Son La, dans le Thanh Hoa et dans la fenêtre du Nui Dôi Thoi, il en signalait dans des couches triasiques dans le Sa Phin et sous Son La et concluait que les roches vertes occuperaient plutôt la partie tectoniquement supérieure de la « série intermédiaire ».

Personnellement, nous sommes persuadé que les roches vertes ont dû trouver leur issue à la faveur des dislocations, celles-ci ont commencé certainement dès le Trias pour atteindre leur paroxysme au début du Rhétien ; les plus gros amas ont été constitués par les masses d'épanchement superficiel, tandis que le remplissage des fentes d'accès à travers les terrains plus anciens représentait un volume plus faible ; ainsi s'explique plus facilement la grande abondance des roches vertes à la partie supérieure de la « série intermédiaire », c'est-à-dire de l'autochtone déplacé par des nappes. Dans la région de Lang Son, les émissions correspondent à des venues filoniennes ordinaires, mais il est possible

(1) Voir pages 271 et 272.

(2) M. Jacob dit : « et même liasiques » ; nous disons simplement rhétiennes, la présence de Lias n'étant basée que sur des déterminations insuffisantes.

que, plus près des nappes, le magma ait suivi les plans de dislocations tangentielles, nous n'en avons aucune preuve dans l'Est du Tonkin. L'hypothèse de M. Charles Jacob nous paraît donc devoir être élargie de façon à comprendre la venue des roches vertes par des fractures ordinaires ; mais, les vues nouvelles que nous apportons quant à l'âge de ces roches et des charriages viennent, de leur côté, à l'appui de cette conception.

III. — Comparaisons avec les plissements d'autres chaînes.

Arrivés au terme de nos descriptions, nous reprendrons l'idée directrice que nous avons donnée au lecteur avant de nous engager. Nous revenons donc à la théorie de Marcel Bertrand sur la récurrence de certains faciès sédimentaires. Ce sont des considérations analogues qui nous ont donné sur l'âge des charriages, une première idée que nos observations ont ensuite confirmée presque exactement ; que le lecteur nous excuse donc si nous nous étendons avec quelque complaisance sur cette question. Nous chercherons à préciser les homologues que l'on peut trouver ; a priori, il y a lieu dans un tel travail, d'éviter le danger des généralisations et des comparaisons trop absolues. Il est d'ailleurs évident que l'on ne peut pas espérer une grande rigueur ; alors qu'il est impossible à l'intérieur d'une même grande chaîne comme l'ensemble des Alpes, d'établir des parallélismes absolus entre des segments pourtant sensiblement contemporains, il serait vain de chercher dans le détail, des homologues rigoureuses entre des chaînes d'âges trop différents. D'ailleurs la théorie de Marcel Bertrand ne saurait plus elle-même être soutenue aujourd'hui de façon aussi absolue qu'autrefois.

Les noms de faciès employés ne sont, eux-mêmes, pas toujours parfaits ou assez précis ; d'autre part, ceux qui étudient une chaîne, ne sont pas toujours d'accord sur l'âge à attribuer aux mouvements les plus importants, il est impossible d'inscrire exactement les stades différents de la sédimentation dans des cases comme Marcel Bertrand a cherché à le faire ; il est bien évident que toutes les mollasses n'ont pas la même valeur tectonique, et que, par exemple, la mollasse suisse n'a point la même valeur que certains conglomérats pontiens ou que les grès rouges permien ou dévonien. On peut, d'autre part, hésiter à comparer deux termes appartenant à des chaînes différentes ; faut-il assimiler le terrain houiller du Nord de la France au flysch ou à la mollasse ? Personnellement nous comparons les deux termes concordants, Culm et houiller, au flysch ; mais tel n'était pas l'avis de Marcel Bertrand pour qui le Culm représentait les Schistes lustrés. Il ne s'agit pas de paralléliser des termes un à un, ce sont des ensembles de termes, des histoires, qu'il faut comparer.

Les poudingues houillers et le Terrain Rouge de notre Rhétien seraient à comparer aux terrains rouges des chaînes hercyniennes et calédoniennes, termes qu'il y aurait d'ailleurs intérêt à ne pas paralléliser avec la mollasse comme le faisait Marcel Bertrand.

Notre Trias schisteux et gréseux est tout à fait comparable au flysch (1) ; à la partie supérieure, le Trias lacustre d'An Chau indique un comblement comparable à celui du géosynclinal alpin à l'Oligocène.

Pour notre nappe de schistes sériciteux attribués au Dévonien, la comparaison s'impose avec les Schistes lustrés (2).

Quant aux calcaires à Fusulines, leur homologie est un peu moins évidente, leur répartition est, en effet, extrêmement vaste ; comme ils sont transgressifs et qu'ils supportent le Trias, notre flysch, en concordance, nous les assimilons au flysch calcaire des Alpes ; le faciès lithologique n'est pas identique, mais il est assez curieux que nous arrivions à comparer deux faciès calcaires caractérisés tous deux par de grands Foraminifères.

Si nous cherchions à pousser nos assimilations plus avant, nous heurterions à des difficultés ; ainsi, nous avons été tenté de comparer la régression ouralienne aux mouvements anté-sénoniens des Alpes, nous venons d'assimiler nos calcaires ouraliens et permien au flysch calcaire, nous ne trouvons pas au Tonkin, un terme à faire correspondre au Crétacé alpin. Dans ces conditions faut-il plutôt comparer l'absence du Moscovien au Tonkin à celle du Danien et du Montien ? Nous ne cherchons pas à décider ; les parallélismes que nous avons envisagés sont déjà assez intéressants ; à vouloir préciser plus, nous tomberions dans l'excès (3).

C'est dans l'histoire des plis hercyniens du Massif central que nous trouvons les comparaisons les plus précises.

Les calcaires dévoniens de ce massif sont le pendant de nos calcaires à Fusulines ; le Dinantien très détritique que ce Dévonien supporte en concordance répond d'une façon parfaite à notre Trias, nous trouvons de part et d'autre les mêmes coulées de roches acides (4) et des tufs, ainsi que les mêmes couches à débris végétaux avec parfois de minces lits charbonneux. Les mouvements moscoviens sont dès lors comparables à nos charriages rhétiens ; les poudingues et la houille du Stéphaniens sont l'équivalent parfait de notre Rhétien houiller ; l'Autunien

(1) Le mot de Flysch est employé déjà par M. Jacob [1921. p. 180] ; cet auteur parle ainsi de sa Série intermédiaire « série d'épaisseur variable, en général, schisto-gréseuse, une sorte de flysch qui à l'intérieur du domaine des charriages sépare les éléments autochtones des nappes proprement dites ». M. Jacob n'a pas poussé plus loin la comparaison, à cette époque les mouvements tectoniques principaux étaient considérés comme bien plus récents.

(2) Les marbres charriés de Cho Chu trouveraient aussi leur homologue dans les marbres accompagnant les Schistes lustrés.

(3) Tout au plus pourrait-on encore chercher une homologie entre notre Dévonien, avec ses grès inférieurs et ses calcaires parfois transformés en cargneules, et le Trias des Alpes occidentales.

(4) Nous pourrions encore comparer les venues d'antimoine dans les deux chaînes

correspond au Terrain Rouge rhétien concordant et transgressif. Les mouvements post-autuniens sont comparables à ceux qui ont redressé parfois notre Rhétien.

L'homologie entre ces deux histoires est intéressante parce qu'elle ne correspond pas seulement aux phénomènes de sédimentation, mais encore à l'emplacement des fragments de chaînes étudiées dans les grands ensembles plissés. Les dépôts stéphanien ne se sont pas déposés en avant de la chaîne hercynienne mais à l'intérieur ; au Tonkin, les conglomérats rhétiens s'étendent à la fois sur l'autochtone et sur les nappes dans le domaine desquelles ils pénètrent largement. Nous ne connaissons pas au Tonkin, d'avant-fosse comblée correspondant à celle de la Chaîne hercynienne ; elle est cachée par la mer (1).

IV. — L'origine des terrains rouges

Nous ne nous occuperons ici que des terrains rouges d'âge mésozoïque, l'un triasique, l'autre rhétien. Pour expliquer leur formation, nous n'avons que l'embarras du choix, en effet on admet d'ordinaire comme origine de cette couleur, la proximité d'une terre émergée, la destruction des intrusions éruptives et des filons métallifères mis à nu par l'érosion des chaînes de montagnes, l'action d'un climat désertique ; les deux premières conditions se trouvent réalisées au Tonkin au début du Secondaire. Cette couleur s'observe aussi bien dans le Flysch que dans les terrains transgressifs sur l'emplacement des montagnes. Nous la rencontrons dans notre flysch triasique, mais ici son origine est liée aux venues rhyolitiques ; dans la région de Lang Son, les schistes lie de vin n'apparaissent en effet qu'au-dessus des rhyolites et généralement immédiatement après ; il est vrai que près de Moncay, il y a des terrains lie de vin inférieurs aux rhyolites, mais il est facile d'admettre que les éruptions ont débuté ici plus tard que près de Lang Son. La teinte rouge des schistes triasiques semble donc provenir à la fois de la destruction des masses émergées et de celle des rhyolites et des venues métallifères concomitantes.

Le Terrain Rouge rhétien peut ne pas avoir la même origine. Nous n'avons aucun indice de climat désertique, au contraire nous connaissons des intercalations de formations charbonneuses ; on pourrait nous opposer que celles-ci sont générales dans le Rhétien inférieur et que le climat désertique a pu ne pas s'installer d'un seul coup ; mais ce serait une supposition gratuite. La comparaison avec certains terrains rouges mésozoïques du Laos est le seul argument en faveur d'un climat désertique.

(1) La dépression constituée par le Pays d'An Chau et remplie d'une épaisseur considérable de sédiments triasiques correspond à une simple aire synclinale, elle est l'équivalent du Pays de Fou Coc situé en arrière du Bac Son, aire anticlinale : le pays d'An Chau ne saurait représenter une avant-fosse.

lique, ces terrains contenant des réserves de sel (1). Nous avons signalé l'abondance des filons de quartz dans les schistes satinés de Moncay, le Rhétien étant transgressif sur cette formation, la couleur rouge peut ainsi avoir eu plusieurs causes.

Nous n'avons donc aucune preuve d'un climat désertique qui peut, cependant, avoir régné à la fin du Rhétien et même dès le Trias ; la formation des hauts reliefs aurait amené, pendant la durée du Rhétien houiller, plus de précipitations et plus de fraîcheur.

V. — L'âge des charriages

Nous avons établi l'âge rhétien de la mise en place des nappes, grâce à la position des conglomérats appartenant à cette époque. Près de Nam Ô comme au Nord de San Xa, nous avons constaté un plissement intense affectant la surface de contact anormal, ici d'une lame, là de la nappe elle-même ; ces plis peuvent être ou contemporains du charriage ou plus récents. L'allure du Rhétien à Phan Mé et dans le Dong Trieu démontre que les plissements ont continué ensuite, mais sans avoir l'ampleur des précédents. Enfin, le Tonkin a été affecté à nouveau par un contre-coup des plissements himalayens, le Néogène a été plissé et le relief trop accusé ne peut s'expliquer sans une reviviscence assez récente.

Jusqu'à présent, à part une suggestion de M. Charles Jacob (2), les plissements majeurs du Tonkin étaient généralement traités d'himalayens, c'est-à-dire considérés comme beaucoup plus récents que le Rhétien ; ils étaient tenus pour antérieurs au Néogène mais postérieurs au Jurassique.

Les faits sur lesquels il était permis de s'appuyer étaient extérieurs à l'Est du Tonkin (3) de sorte que l'on pourrait mettre tout le monde

(1) On pourrait citer l'existence de traces de *gouttes de pluie* dans le Terrain Rouge, traces découvertes par M. le Capitaine Allouchery dans la région de Tien Yen et conservées dans les collections du Service Géologique ; elles témoignent de pluies peu abondantes. Malheureusement, il n'est pas possible d'affirmer que la découverte a eu lieu dans le Rhétien ; le faciès des schistes lie de vin où s'observent ces traces rappelle cependant le Rhétien bien plutôt que le Trias.

(2) M. Jacob écrivait, en effet, en 1925 [III. — p. 277] : « Il serait bien intéressant « qu'on puisse quelque jour, à l'aide des régions voisines, établir leur *âge andin* « ou quelque chose d'approchant, ainsi qu'invite à y penser l'ouvrage d'E. Argrand. »

(3) Le « Lias de Na Cham » est, il est vrai, situé à peu de distance au Nord de Lang Son ; sa faune est pauvre, 3 espèces nouvelles, 2 espèces indéterminables n'offrant que des affinités [Mansuy, 1919. II. — p. 33]. M. Bourret [1922. — p. 109] a étudié sur le terrain, les conditions de gisement et ne doute pas que le prétendu Lias et le Trias sous-jacent ne fassent qu'un ; cet auteur a exposé ses raisons avec détail, nous n'y revenons pas ; il avait bien voulu nous demander d'examiner avec lui les fossiles récoltés à Na Cham, il n'y a aucune différence sensible de gangue ; d'autre part, il s'agit presque uniquement de Lamellibranches sans ornementation et dont les charnières sont inconnues ; ces formes ont été comparées à des Cardinies, il pourrait aussi bien s'agir de formes voisines et le Trias de Na Cham a justement fourni des Lamellibranches, peu différents, considérés comme des *Anodontophora* (= *Anoplophora* Sandberger) [Mansuy, 1920. I. — p. 20]. Nous sommes pleinement d'accord avec M. Bourret, il n'y a aucune raison pour placer les prétendues Cardinies de Na Cham dans un niveau supérieur au Trias.

d'accord en supposant que les plis se sont, dans les autres segments, terminés plus tard que dans celui que nous avons étudié.

Remarquons à ce sujet, que les directions des affleurements à l'Ouest du Fleuve Rouge sont rectilignes et orientées suivant la direction Nord-Ouest de ce Fleuve et qu'elles s'opposent à la disposition arquée observable à l'Est. Se basant sur cette différence, M. Jacob a opposé la « Région médiane » de l'Indochine du Nord au « Tonkin oriental » [Jacob et Dussault. 1925. — p. 111 sqq]. Il y a là un enchaînement qui autoriserait parfaitement à concevoir des âges différents pour les dislocations principales des deux segments de chaîne.

Il est très possible qu'une telle différence existe pour des segments assez éloignés, mais en ce qui concerne les pays immédiatement voisins, en particulier pour la « Région médiane de l'Indochine du Nord », nous ne voyons aucun argument contre l'âge rhétien des dislocations principales. En effet nous ne connaissons pas en Indochine de terrain plus récent que le Rhétien en dehors de quelques gisements parfaitement datés, mais situés franchement plus au Sud, schistes à *Aegoceras* de Huu Nien (Annam), schistes à *Grammoceras* de Trian (Cochinchine).

Dans la vallée de la Rivière Noire, près de Cho Bo, a été décrite la superposition des nappes paléozoïques au Rhétien ; celui-ci est caractérisé par la faune des Napeng beds de Birmanie, faune que nous avons à la suite de Maud Healey, considérée autrefois comme caractéristique. Depuis, nous avons appris que certains auteurs considéraient la faune des Napengs beds comme du Trias supérieur, et nous-même, après avoir étudié des fossiles rapportés du col de Muong Thé par M. le Commandant Dussault, pensons que cette faune appartient probablement au même niveau que des Ammonites d'âge néotriasique certain ; d'ailleurs, les couches de Cho Bo peuvent être vraiment rhétiennes sans que cela soit en contradiction avec nos conclusions, en effet nous avons établi que le charriage a eu lieu avant la fin du Rhétien, c'est-à-dire vers le début de cette époque ; la présence de Rhétien sous les nappes n'aurait donc rien d'anormal.

Du Callovien avait été signalé au Laos, à Ban O [Mansuy. 1920. II. — 1920. I. — p. 34]. Mais, si l'on examine la liste des fossiles de cette localité, on ne relève, en dehors de 3 Mollusques indéterminables, que 4 *Terebratellidae* et un *Pecten*, tous déterminés comme espèces nouvelles. Il est absolument interdit de se baser sur ces déterminations qui exigent une révision à l'aide d'une bibliographie moins incomplète ; d'ailleurs, il n'y a pas lieu d'attendre des renseignements bien précis de la part de ces fossiles.

On ne peut tenir compte, non plus, des grès de Dam Djun près de Phu Nho Quan (Tonkin) ; ces couches attribuées au Jurassique, probablement au Sinémurien [Mansuy. 1919. II. — p. 172] n'ont donné en effet que

Cardinia sp aff. *C. philea* d'Orbigny

Gervilleia sp.

Chemnitzia ?

Cette pauvreté se passe de commentaires.

Nous ne reviendrons pas sur la discussion de l'âge des calcaires de Luang Prabang, considérés autrefois comme anthracolithiques puis comme domériens ou toarciens [Mansuy. 1919. II. — p. 172] et maintenant placés dans le Trias supérieur [Patte. 1922. — Jacob et Dussault. 1925].

Dans le compte rendu de leur voyage au Laos, MM. Jacob et Dussault [1925. — p. 81, fig. 4.] ont signalé la superposition anormale du Primaire sur les argiles rouges du Nam Ngoem, considérées comme équivalent aux formations du Tran Ninh, c'est-à-dire comme triasiques. Ailleurs [ibid. p. 109 et 110], MM. Jacob et Dussault considèrent les grès rouges « rhétiens ou suprarhétiens » comme le terme le plus élevé de la succession tectonique du Haut-Laos alors qu'au Tonkin et dans le Bas-Laos, le Terrain Rouge appartiendrait à la série intermédiaire décollée sur les massifs autochtones. Nous supposons que les grès rouges du Haut-Laos peuvent représenter notre Terrain Rouge rhétien, quant au Terrain Rouge du Tonkin antérieur aux charriages, nous avons vu qu'il est triasique (si nous en jugeons d'après l'Est de ce pays). Ainsi, les observations de MM. Jacob et Dussault ne sont pas en contradiction avec les nôtres.

Hors de l'Indochine française, nous connaissons des faits qui cadrent bien avec l'âge rhétien de nos charriages. Argand [1925. — p. 198] signale à la bordure sud du Tsin Ling Chan, des mouvements qualifiés de permo-mésozoïques, affectant une partie des Angaras plissés, mais supportant en discordance d'autres Angaras transgressifs, le tout aurait été plissé depuis. Pour Argand, la limite supérieure de l'âge des plissements serait ainsi indéterminable ; cela est certain si nous parlons de plissements en général, mais si nous n'envisageons que les dislocations majeures, nous sommes mieux renseignés et ces plissements principaux survenus au cours du dépôt des Angaras sont plus ou moins comparables à ceux du Tonkin. Il serait facile de multiplier les exemples de pays situés à l'intérieur de l'Asie, où les plis principaux se sont produits lors de la phase hercynienne ou à une époque un peu plus récente voisine de celle des plis tonkinois, pays qui ont été affectés d'ondulations plus récentes comme celles des couches de Gobi.

Le fait cité par Argand [ibid. — p. 213] qu'à l'Est du 78° méridien, aucun dépôt marin postérieur au Virglorien n'a été rencontré dans les chaînes septentrionales du Kouen Lun ou dans les plaines situées plus au Nord, s'accorde parfaitement avec l'existence de plissements intenses à la fin du Trias et au début du Jurassique ; en tenant compte de l'incurvation des arcs, on voit sur une simple carte orographique que le Kouen Lun et les chaînes du Tonkin occupent sensiblement le même niveau, le même rang par rapport aux chaînes himalayennes.

Ces mouvements inconnus en Europe, très développés en Asie, nous paraissent devoir être rapprochés d'un autre épisode, le morcellement du continent de Gondwana au début du Jurassique.

Hanoï, le 14 septembre 1926.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- Argand* 1922-1925. — La tectonique de l'Asie. (C. R. XIII^e Congrès Géologique international 1922. t. I. Bruxelles 1925. — pp. 171-372).
- Bailey Willis* 1907. — Research in China. Vol. II. Systematic Geology. (Published by the Carnegie Institution of Washington).
- Bailey Willis, Eliot Blackwelder et Sargent* 1907. — Research in China. Vol. I. part. I. Description, Topography and Geology. (Washington 1907).
- Marcel Bertrand*. — Structure des Alpes françaises et récurrence de certains faciès sédimentaires. (6^e Congrès géologique international, pp. 164-177).
- Eliot Blackwelder* 1907. — Research in China. (Published by the Carnegie Institution of Washington). Zoology. Vol I. part. 2. Petrography and Zoology.
- Bourret* 1922. — Etudes géologiques sur le Nord-Est du Tonkin. (Thèse de Doctorat ès-sciences Paris 1922 et Bulletin Service Géologique de l'Indochine Vol. XI. fasc. I. 1922).
- 1924. — Contribution à l'étude des roches éruptives indochinoises. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine Vol. XIII fasc. I.).
- 1925. — Sur la Géologie de la région de Pak Lay (Moyen Laos). (C. R. Ac. Sc. t. 180 p. 1762. Séance du 8 juin 1925).
- Cayeux* 1916. — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. (Mémoire pour servir à l'explication de la Carte Géologique détaillée de la France. Paris 1916).
- Chassigneux* 1926. — La région de Hai Ninh (1^{er} Territoire militaire du Tonkin). (La Géographie. Juillet-Août 1926, pp. 33-68. — Paris Société de Géographie 1926).

Colani 1920. — Etudes sur les flores tertiaires de quelques gisements de lignite de l'Indochine et du Yunnan. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. VIII. fasc. I. Hanoï-Haïphong 1920 et thèse de Doctorat).

— 1924. — Nouvelle contribution à l'étude des Fusulinidés de l'Extrême-Orient (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. XI. fasc. I. Hanoï 1924).

Depéret, Mayet et Roman 1923. — Les Eléphants pliocènes. (Ann. de l'Université de Lyon. Nouv. Série I. Sciences, médecine. Fascicule 42. — Lyon, Paris 1923).

Deprat 1912. I. — Etude géologique du Yunnan Oriental. Géologie générale. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. I. fascicule I).

— 1912. II. — Etude sur deux genres nouveaux de Fusulinidés de l'Asie Orientale, intéressants au point de vue phylogénique (C. R. Ac. Sc. t. 154 p. 1548. Séance du 3 juin 1912).

— 1913. — Etudes des Fusulinidés de l'Indochine et classification des calcaires à Fusulines (2^e mémoire). Les Fusulinidés des calcaires carbonifères et permien du Tonkin, du Laos et du Nord-Annam (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. II. fascicule I).

— 1914. — Etudes des Fusulinidés du Japon, de Chine et d'Indochine et classification des calcaires à Fusulines (3^e mémoire). Etude comparative des Fusulinidés d'Akasaka (Japon) et des Fusulinidés de Chine et d'Indochine. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. III. fasc. I).

— 1917. — Sur la présence du Permien à Hongay et la structure de la bordure de la région rhétienne du littoral tonkinois dans les baies d'Along et de Fai Tsi Long. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Tome 165. Séance du 5 novembre 1917).

Diener 1895. — The Cephalopoda of the Muschelkalk. Part. 3. The Cephalopoda of the triassic limestone Crags of Chiticun (Paleontologia indica. Himalayan fossils Vol. II. Trias. Part. 2).

— 1896. — Note sur deux espèces d'Ammonites triasiques du Tonkin. (Bulletin Société Géologique de France. 1896. 3^e S.. Tome XXIV. pp. 882-886).

- Douvillé* 1896. — Note sur la découverte de fossiles dans le Trias marin des environs de Lang Son. (Séance du 15 juin 1896. Bulletin Société Géologique de France. 3^e S., T. XXIV. p. 454).
- Dupouy* 1913. — Etudes minéralogiques sur l'Indochine Française. Minéraux, minerais, gisements, eaux et limons, industries minérales indigènes, statistiques. (Paris 1913).
- Dussault* 1922. — Le Tam Dao et la région de la Basse Rivière claire (C. R. Ac. Sc. Tome 174. 20 février 1925. pp. 555-557).
- Escher* 1914-1915. — Micro-Karren op magnesiet en Kalksteen (Letti). (Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Ostindië. 1914. — S. Gravenhage. 1915. pp. 211-221, Pl. XXII — XXV).
- Frech* 1897. — Lethaea Geognostica. I. Teil. Lethaea palaeozoica. (Stuttgart 1897-1902).
- 1911. — China. — Ergebnisse eigener Reisen und darauf Studien von F. F. von Richthofen. Band V. Abschliessende Palaeontologische Bearbeitung... von F. Frech. (Berlin 1911).
- Girard* 1900. — Essai sur l'indice céphalique de quelques populations du Nord-Est de l'Indochine (Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Boulogne-sur-mer 1899).
- Giraud* 1918. — Notes géologiques sur la partie Nord-Est du Tonkin (Feuilles de That Khé, Pho Binh Gia, Lang Son). (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. V. fasc. I).
- Grabau* 1923-1924. — Stratigraphy of China. Part I. Palaeozoic and older. (Geological Survey of China. Péking 1923-1924).
- Haug* 1900. — Les Géosynclinaux et les Aires continentales. Contribution à l'étude des transgressions et des régressions marines. — (Bulletin Société géologique de France. III^e Série T. XXVIII. 1900).
- 1907-1911. — Traité de Géologie. (Paris 1907 à 1911).
- Charles Jacob* 1921. — Etude géologique dans le Nord-Annam et le Tonkin (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. X. fasc. I. — 1921).
- 1925. I. — La structure géologique de l'Indochine française. (Extrait du Compte rendu du XIII^e Congrès géologique international 1922. — Bruxelles 1925).

Charles Jacob 1925. II. — Relations possibles en Indochine entre certaines venues éruptives et les charriages. (Extrait du Compte rendu du XIII^e Congrès géologique international 1922. — Bruxelles 1925).

— 1925. III. — Traits généraux de l'Indochine française. (Overgedrukt uit Gedenkboek Verbeek, Verhandelingen van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Kolonien. Geologische Serie. — Deel VIII, Bladz 263-278. Juli 1925. — S. Gravenhage — 1925).

Jacob et Dussault 1924. — Explorations géologiques dans le Haut-Laos. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. XIII. fasc. IV).

Jourdy 1885-86. I. — Note sur la géologie de l'Est du Tonkin. (Bulletin Société Géologique de France. 3^e série Tome XIV. pp. 14 à 30⁺ Pl. I et II).

— 1885-86 II. — Note complémentaire sur la Géologie de l'Est du Tonkin. (Bulletin Société Géologique de France. 3^e série Tome XIV. pp. 445 à 453).

Kryshstofovich 1921. — Equivalents of the Lower Jurassic Beds of Tonkin near Vladivostock. (Geological Committee of the Russian for East Vladivostock 1921).

Lacroix 1889. — Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite. (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris).

— 1893-1913. — Minéralogie de la France et de ses Colonies (Paris. 1893-95 ; Tome I. 1897 Tome II ; 1901-1909 Tome III ; 1914 Tome IV ; 1913 Tome V).

Lantenois 1907. — Notes sur la géologie de l'Indochine. (Mémoire Société Géologique de France. 4^e Série Tome I. Mémoire n^o 4 . 1907).

Albert de Lapparent 1906. — Traité de Géologie. (5^e édition. 3 Vol. Paris 1906).

Jacques de Lapparent 1923. — Leçons de Pétrographie.

De Launay 1913. — Traité de Métallogénie. Gîtes minéraux et métallifères. (3 volumes. Paris-Liège 1913).

Michel-Lévy 1889. — Structures et classification des roches éruptives.

Mansuy 1908. — Contribution à la carte géologique de l'Indochine. Paléontologie.

- 1909. — Gisement préhistorique de la Caverne de Pho Binh Gia (Tonkin). (L'Anthropologie. Tome XX).
- 1912. I. — Etude géologique du Yunnan Oriental. II^e Partie. Paléontologie. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. I. fasc. II).
- 1912. II. — 1. Mission du Laos. I. Géologie des environs de Luang Prabang. — 2. Mission Zeil dans le Laos septentrional. Résultats paléontologiques. II. Contribution à la Géologie du Tonkin. Paléontologie. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine Vol. I. fasc. IV).
- 1913. I. — Paléontologie de l'Annam et du Tonkin. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine Vol. II. fasc. III).
- 1913. II. — Nouvelle contribution à la Paléontologie de l'Indochine. — 1. Contribution à l'étude des faunes paléozoïques et triasiques du Tonkin. 2. Faunes du Carboniférien inférieur du Tran Ninh. 3. Sur la présence du genre *Pomarangina* Diener du Trias de l'Himalaya dans le Trias du Tonkin. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. II. fasc. V).
- 1914. — Nouvelle contribution à la Paléontologie du Yunnan. Description d'espèces nouvelles des terrains paléozoïques et triasiques du Tonkin. Contribution à la Paléontologie du Laos. Gisement liasique des Schistes de Trian (Cochinchine). Etude des faunes paléozoïques et mésozoïques des feuilles de Phu Nho Quan et de Son Tay. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. III. fasc. II).
- 1915. — Contribution à l'étude des faunes de l'Ordovicien et du Gothlandien du Tonkin. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. IV. fasc. III).
- 1916. I. — Sur quelques mammifères fossiles récemment découverts en Indochine. (Mémoire préliminaire). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. V. fasc. II).

- Mansuy 1916. II. — Faune paléozoïque du Tonkin septentrional. Nouvelle contribution à l'étude des Faunes des calcaires à *Productus* de l'Indochine. Etudes complémentaires des Faunes paléozoïques et triasiques dans l'Est du Tonkin (feuille de That Khé, Pho Binh Gia et Lang Son). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. V. fasc. IV).
- 1918. — Description de quelques fossiles paléozoïques de la région de Pho Binh Gia et de Thai Nguyen. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. V. fasc. II).
- 1919. I. — Faunes triasiques et liasiques de Na Cham (Tonkin). Description de quelques espèces du Dévonien du Tonkin, du Laos et du Carboniférien du Yunnan. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. VI. fasc. I).
- 1919. II. — Catalogue général par terrains et par localités, des fossiles recueillis en Indochine et au Yunnan, par les géologues du Service Géologique et par les Officiers du Service Géographique de l'Indochine au cours des années 1903-1918. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. VI. fasc. VI).
- 1920. I. — Supplément au Catalogue général par terrains et par localités des fossiles recueillis en Indochine. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. VII fasc. III).
- 1920. II. — Nouvelle contribution à l'étude des Faunes paléozoïques et mésozoïques de l'Annam septentrional, région du Thanh Hoa. Fossiles des Calcaires Ouralo-permiens du Tonkin et du Tran Ninh (Laos). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. VII. fasc. I).
- 1921. — Etudes complémentaires des faunes triasiques de la région de Thanh Hoa (Nord-Annam). Description des fossiles des terrains paléozoïques et mésozoïques du Tonkin septentrional. (feuille de Cao Bang, Ha Lang, That Khé et Lang Son). Description de quelques espèces de l'Ouralo-permien et du Trias du Tonkin occidental. — Nouvelle contribution à l'étude des faunes des terrains gothlandiens, dévoniens et rhétiens de la région de la Basse Rivière Noire (feuilles de Sontay, Van Yen). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. VIII. fasc. I).
- 1924. — Contribution à l'étude de la Préhistoire de l'Indochine IV. Stations préhistoriques dans les cavernes du massif calcaire de Bac Son (Tonkin). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. XI. fasc. II).

Mansuy 1925. I. — Contribution à l'étude de la Préhistoire de l'Indochine. V. Nouvelles découvertes dans les cavernes du massif calcaire de Bac Son (Tonkin). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. XII. fasc. I).

— 1925. II. — Contribution à l'étude de la Préhistoire de l'Indochine. VI. Stations préhistoriques de Keo Phay (suite) de Khao Kiem (suite) de Lai Ta et de Bang Mac, massif calcaire de Bac Son (Tonkin). — Note sur deux instruments en pierre polie, provenant de l'île de Tre (Annam). (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. XII. fasc. II).

Mansuy et Colani 1925. — Contribution à l'étude de la Préhistoire de l'Indochine. VII. Néolithique inférieur (Bacsonien) et Néolithique supérieur dans le Haut Tonkin. (Dernières recherches) avec la description des crânes du gisement de Lang Cuom. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. (Vol. XII. fasc. III).

Patte 1922. — Etude de quelques fossiles paléozoïques et mésozoïques recueillis en Indochine et au Yunnan. (Mémoire Service Géologique de l'Indochine. Vol. IX. fasc. I. Hanoï 1922).

— 1923. — Note sur le Préhistorique indochinois. — I. Résultats des fouilles de la grotte sépulcrale néolithique de Minh Cam (Annam). — II. — Note sur un outil en rhyolite grossièrement taillé provenant du massif du Bac Son (Tonkin). (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. XII fasc. I. Hanoï-Haïphong 1923).

— 1925. I. — Etude de l'île des Cendres, volcan apparu au large de la côte d'Annam. (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. XIII. fasc. II. Hanoï 1925).

— 1925. II. — Sur la présence du diaspro dans des roches anciennes latéritiformes du Tonkin. (Bulletin Société française de Minéralogie. Février-Mai 1925).

— 1926. — Etudes paléontologiques relatives à la géologie de l'Est du Tonkin (Paléozoïque et Trias). (Bulletin Service Géologique de l'Indochine. Vol. XV. fasc. I).

Pilgrim E. 1923. — The correlation of the Siwaliks with Mammal Horizons of Europe. (Records of the Geological Survey of India. Vol. XLIII. Part. 4. pp. 264-326).

Ramond 1895. — Géologie des Indes anglaises (Stratigraphie et tectonique), d'après la nouvelle édition de « A Manual of the Geology of India » 2^e édition 1893 par Oldham. (Extrait de l'Annuaire Géologique universel. Tome X. 1893. p. 595 à 654. Paris 1895).

Cowper Reed 1917. — Ordovician and Silurian fossils from Yunnan. (Memoir of the Geol. Survey of India. — Paleontol. Indica. — New Series. Vol. VI. Memoir n^o 13).

Sarran 1893. — Le Tonkin au point de vue minier. (Extrait du Bulletin des Mines et de l'Industrie. Marseille 1893).

Scupin 1900. — Die spiriferen Deutschlands. (Paleontologische Abhandlungen herausgeg. von Dames und Koken. Jena 1900).

Suess 1897-1918. — La face de la Terre (Das Anlitz der Erde). (Traduit et annoté sous la direction de E. de Margerie. 3 volumes. Paris 1897-1918).

Termier 1922. — Sur la structure des Alpes orientales. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Tome 175. 1922. Deuxième semestre).

Zeil 1907. — Contribution à l'étude géologique du Haut Tonkin (Feuilles de That Khé, de Pho Binh Gia et de Loung Tchéou). (Mémoire Société Géologique de France. 4^e Série. Tome I. Mémoire n^o 3. 1907).

Zeiller 1903. — Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. Etude des gîtes minéraux de la France (Ministère des Travaux publics). I Volume texte et I Volume atlas. 1903).

TABLE DES FIGURES

	Pages
FIGURE 1. — Carte de l'Est du Tonkin	16
— 2. — Coupe hypothétique passant près de Nam Mo	30
— 3. — Coupe à travers la terminaison périclinale d'une di- gitation du Bac Son	62
— 4. — Coupe demi-schématique au niveau d'Oan Ha	118
— 5. — Coupe du Nui Ban Bac, Calcaires anthracolithiques et Rhyolites triasiques	122
— 6, 7, 8 et 9. — Quatre coupes parallèles à travers la vallée de la rivière de Mo Pia au Nord-Est et au Sud- Ouest de Du Kin	140
— 10. — Coupe de Lang Nac à Lang Son	148
— 11 et 12. — Coupes à travers le Mau Son	153
— 13. — Relations des différents faciès du Trias et du Rhé- tien aux environs d'An Chau	160
— 14. — Coupe schématique Nord-Sud, au Nord de la rade de Port-Courbet	165
— 15 et 16. — Coupes parallèles dans le Dong Trieu	169
— 17. — Coupe à travers le Trias les Rhyolites et le Rhé- tien (Arc de Moncay)	177
— 18. — Coupe à travers le Trias et les Rhyolites au Sud de Binh Lieu	182

FIGURE 19. — Croquis du rocher « le Pain de Sucre », montrant la disposition des calcaires en couches plissées en éventail	197
— 20. — Coupe le long du chemin de Na Ri à Pho Binh Gia, montrant les relations de l'arc de Ban Tac et du Paléozoïque autochtone renversé	201
— 21. — Relations de l'arc de Ban Tac, du Trias et du Rhétien	202
— 22. — Coupe au niveau de Ban Buoc, à travers la nappe du Nui Rao, le Cambrien et l'arc de Ban Tac	203
— 23. — Faille entre le Trias et les calcaires anthracolithiques à Na Don, en bordure du Bac Son	210
— 24. — Contact entre le massif karstique du Bac Son et le Trias	211
— 25. — Coupe à travers la nappe du Nui Rao, les calcaires Cho Moi et le pays de Quang Co	216
— 26. — Coupe le long du chemin de Ban Tinh à Ban Tac.	218
— 27. — Coupe du Khao Poum Pou. Rapports du Rhétien et de la nappe et de celle-ci avec le Dévonien autochtone	230
— 28. — Coupe de l'arc des Marbres de Cho Chu au niveau de Lang Zieng	236
— 29. — Coupe à travers la crête des Poudingues rhétiens, la nappe du Nui Rao et la nappe des cornéennes le long de la route abandonnée de Cho Chu à Tuyen Quang	240
— 30. — Les gabbros à la crête du Khao Qué, altitude 650 m.	241

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
PRÉFACE	5

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION	9
CHAPITRE I. — <i>Géographie de l'Est du Tonkin</i>	10
1. — <i>Le pays, les lignes directrices</i>	10
2. — <i>Les facteurs du relief</i>	14
3. — <i>Les populations</i>	17
CHAPITRE II. — <i>Les Unités Géologiques</i>	19
CHAPITRE III. — <i>Remarques synthétiques préliminaires</i> ...	23

DEUXIÈME PARTIE

STRATIGRAPHIE

CHAPITRE I. — <i>Cambrien</i>	26
CHAPITRE II. — <i>Ordovicien</i>	28
1. — <i>Schistes à Calymmene de Nam Mo</i>	28
2. — <i>L'Ordovicien de Na Yan</i>	31
3. — <i>Indications erronées</i>	33
CHAPITRE III. — <i>Gothlandien</i>	34
CHAPITRE IV. — <i>Dévonien</i>	36
1. — <i>Historique</i>	36
2. — <i>Recherches personnelles</i>	39

	Pages
I. — Dévonien du Bac Son ...	39
II. — Dévonien du pays de Quang Co	45
III. — Dévonien des environs d'Haïphong	48
IV. — Listes des fossiles dévo- niens recueillis	49
V. — Discussion des listes de fossiles	53
 CHAPITRE V. — Anthracolithique	 57
1. — <i>Dinantien</i>	57
2. — <i>La question du Moscovien</i>	60
3. — <i>Ouralien et Permien</i>	60
4. — <i>Le faciès schisto-gréseux terminal du Permien</i>	66
5. — <i>La question de la Brèche de base de l'Ouralien</i>	70
 CHAPITRE VI. — Trias	 72
1. — <i>Historique</i>	72
2. — <i>Recherches personnelles. — Divi- sions reconnues et listes de fos- siles</i>	75
3. — <i>Différents types de Trias</i>	80
I. — Trias du coin de Tri Lé ..	80
II. — Trias de Cho Bai et de Diem Her. Les tufs rhyolitiques fossilifères.	81
III. — Trias de Lang Son	83
Les « Conglomeratic li- mestones »	85
IV. — La transition avec le pays du Terrain Rouge	88
VI. — Le faciès du Terrain Rouge	89
Difficultés au sujet du Terrain Rouge	90
VII. — Trias d'An Chau	92
VIII. — Trias de Moncay	92
IX. — Trias de l'Ile Kao T'éou.	93
 4. — <i>L'âge des rhyolites et des microgra- nites éruptifs du Tonkin</i>	 94

	Pages
CHAPITRE VI. — Rhétien	95
1. — <i>Série inférieure. — Les poudingues, les charbonnages</i>	95
2. — <i>Le Terrain Rouge rhétien</i>	100
3. — <i>La Brèche du Système X</i>	101
CHAPITRE VII. — Néogène	104
1. — <i>Les lignites</i>	104
2. — <i>Les brèches ossifères de Lang Son.</i> ..	106
CHAPITRE VIII. — Quaternaire	108
1. — <i>Les anciens niveaux</i>	108
2. — <i>Les industries préhistoriques</i>	110
3. — <i>Les formations latéritiques récentes.</i> ..	111
CHAPITRE IX. — Les latérites anciennes	113
CHAPITRE X. — Les relations des différents terrains entre eux	115
1. — <i>Les relations du Dévonien et de l'Anthracolithique</i>	115
2. — <i>Les relations de l'Anthracolithique et du Trias</i>	119
3. — <i>Les relations du Rhétien et de son substratum</i>	123

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE DES DIFFÉRENTES UNITÉS GÉOLOGIQUES

CHAPITRE I. — Le massif du Bac Son	127
1. — <i>L'arc de Dinh Ca</i>	130
2. — <i>La région de Na Bor</i>	132
3. — <i>La Boutonnière de Mo Nhai</i>	133
4. — <i>Les Rhyolites de Lun Ka et de Lang Cuom</i>	135
5. — <i>Les anticlinaux de Mo Kay et de Van Linh</i>	136
6. — <i>L'allure des couches dans le Bac Son</i>	137

CHAPITRE	II. — <i>La région triasique de Tri Lé, de Diem Her et de Lang Son</i>	138
	1. — <i>Le Trias de Tri Lé</i>	138
	2. — <i>La question des Schistes du Song Hiem à l'Est de Pho Binh Gia</i> ...	142
	3. — <i>Les environs de Diem Her</i>	144
	4. — <i>Le Trias de Cho Bai</i>	144
	5. — <i>La région de Lang Son</i>	145
	A. — <i>La trainée des roches vertes de Thanh Moï à Ky Lua</i>	146
	B. — <i>Les plissements et les glissements</i>	147
	C. — <i>Les environs de Lang Nac</i>	150
	D. — <i>Le Mau Son</i>	151
	6. — <i>Le Front Sud-Est du Bac Son</i>	154
	7. — <i>Le Haut Yen Thé et le Chau de Dong Hi</i>	155
	8. — <i>La ligne du fer</i>	156
CHAPITRE	III. — <i>Le pays d'An Chau</i>	158
CHAPITRE	IV. — <i>Le Dong Trieu et la Région de Hongay</i> ..	163
	1. — <i>Les Terrains écrasés antérieurs au Rhétien</i>	164
	2. — <i>Le Rhétien</i>	167
	<i>Les Mines de Cam Pha et de Kébao</i>	172
	3. — <i>Le pays situé au Nord du Dong Trieu</i>	172
	4. — <i>Le Néogène</i>	173
CHAPITRE	V. — <i>La région de Moncay</i>	174
CHAPITRE	VI. — <i>La Région de Pho Ba Ché. — Le Terrain Rouge à l'Ouest de Binh Lieu</i>	185
	1. — <i>La région de Pho Ba Ché</i>	185
	2. — <i>Le Terrain Rouge à l'Ouest de Binh Lieu</i>	187

CHAPITRE VII. — <i>Le Bassin néogène de Loc Binh et l'accident de Lang Son — Tien Yen — Ké Bao</i>	188
1. — <i>Les lignites néogènes et la pénélaine</i>	190
2. — <i>Le Song Ky Cong et la question de l'ancien lac de Lang Son</i>	190
CHAPITRE VIII. — <i>Les environs d'Haiphong et de Do Son, les Iles</i>	193
1. — <i>Les environs d'Haiphong et de Do Son</i>	193
2. — <i>Les Iles</i>	194
A. — <i>Les Iles de la Cat Ba et des Baies de Ha. Long et de Fai Tsi Long</i>	194
B. — <i>L'Archipel de la Table</i> ...	196
C. — <i>Les Iles du Grand Singe, du Kersaint et du Château Renaud</i>	197
D. — <i>Les Iles Kao T'éou</i>	199
CHAPITRE IX. — <i>L'Arc de Ban Tac</i>	200
CHAPITRE X. — <i>Le Pays de Fou Coc et les Schistes au Nord du Bac Son</i>	207
1. — <i>Le Pays de Fou Coc</i>	207
2. — <i>Les Schistes au Nord du Bac Son</i> ..	209
CHAPITRE XI. — <i>Le Pays de Quang Co, les environs de Na Ri et la « Fenêtre de Yen Lac »</i>	215
1. — <i>Le Pays de Quang Co</i>	215
2. — <i>Les environs de Na Ri</i>	218
3. — <i>Le Sud de la Fenêtre de Yen Lac</i> ..	219
CHAPITRE XII. — <i>La Nappe du Nui Rao</i>	221
1. — <i>La Nappe à l'Ouest du Song Cau</i> ..	221
2. — <i>La Nappe à l'Est du Song Cau</i> ...	222
A. — <i>Possibilité d'entraînement d'éléments étrangers à la nappe</i>	224
B. — <i>Le cas des schistes à Ptéropodes de Ban Tinh</i>	225

C. — Le Pays au Nord de Ban-Tinh	226
D. — Le Coc Xo	226
E. — Le Problème du prolongement des calcaires de Cho Moi	227
F. — Eléments anormaux dans la région de Bac Kan	228
3. — L'âge des éléments de la nappe du Nui Rao	229
4. — L'âge du charriage	229
5. — Rapports de la nappe du Nui Rao et de l'Arc de Ban Tac	231
 CHAPITRE XIII. — <i>La Nappe des Cornéennes. — Les Granites et les Marbres de Cho Chu</i>	232
1. — <i>La Nappe des Cornéennes</i>	232
2. — <i>Les granites et les marbres de Cho Chu</i>	235
 CHAPITRE XIV. — <i>Les poudingues rhétiens et les gabbros de la région de Cho Chu</i>	239
 CHAPITRE XV. — <i>La région de Phan Mé et du Tam Dao.</i>	245
 CHAPITRE XVI. — <i>Comparaison avec les éléments reconnus plus au Nord par M. Bourret</i>	250

QUATRIÈME PARTIE

LITHOLOGIE

CHAPITRE I. — <i>Roches acides</i>	253
1. — <i>Granites</i>	253
2. — <i>Pegmatites</i>	255
3. — <i>Micropegmatites</i>	255
4. — <i>Rhyolites et microgranites</i>	258
A. — <i>Microgranites</i>	258
B. — <i>Rhyolites</i>	259
C. — <i>Tufs rhyolitiques</i>	261

CHAPITRE	II. — Gneiss, Schistes cristallins et Cornéennes.	262
	1. — <i>Gneiss</i>	262
	2. — <i>Micaschistes et Cornéennes</i>	263
	3. — <i>Phtanites métamorphisés</i>	264
	4. — <i>Quartzites à magnétite</i>	265
	5. — <i>Cornéennes de la région de Moncay.</i>	265
	6. — <i>Pyroxénolites</i>	266
	7. — <i>Amphibolites</i>	266
CHAPITRE	III. — Roches basiques : Gabbros, Diabases, Andésites et Labradorites	267
	1. — <i>Gabbros</i>	267
	2. — <i>Diabases</i>	269
	3. — <i>Les roches vertes de l'alignement de Thanh Mỗ — Lang Son</i>	269
	4. — <i>Diabases et ophites</i>	270
	B. — <i>Andésites</i>	270
	C. — <i>Labradorites</i>	271
	D. — <i>Métamorphisme</i>	271
	E. — <i>Age</i>	271
CHAPITRE	IV. — Roches sédimentaires. — Latérites anciennes	272
CHAPITRE	V. — Minerais	275

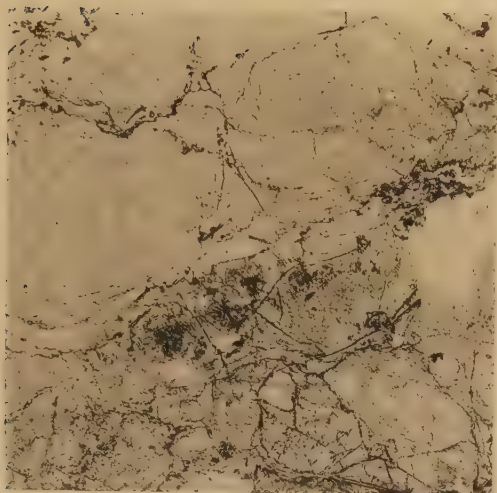
CINQUIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

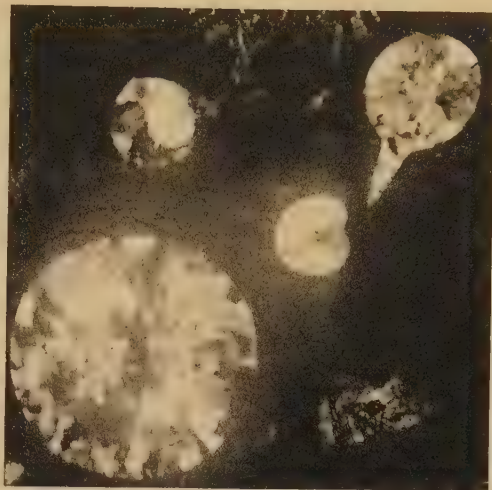
CHAPITRE	I. — Quelques considérations sur la Stratigraphie	279
CHAPITRE	II. — Résumé et conclusions générales	287
	1. — <i>Vue d'ensemble sur le Sud-Est du Tonkin</i>	287
	2. — <i>La question des roches vertes</i>	289
	3. — <i>Comparaisons avec les plissements d'autres chaînes</i>	291
	4. — <i>L'origine des terrains rouges</i>	293
	5. — <i>L'âge des charriage</i>	294

Liste bibliographique	297
Table des figures	305

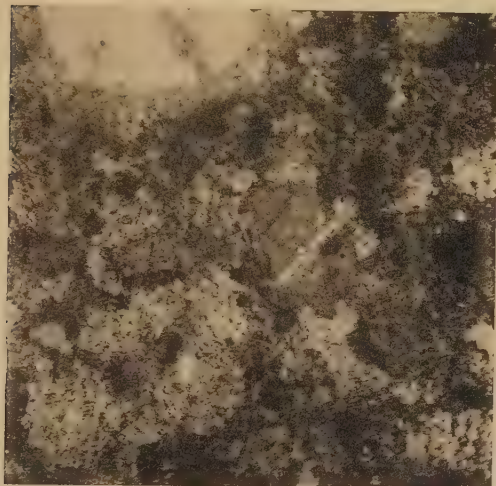
PLANCHE I



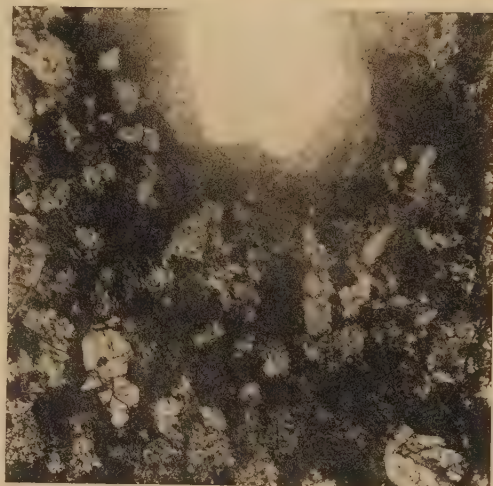
1



2



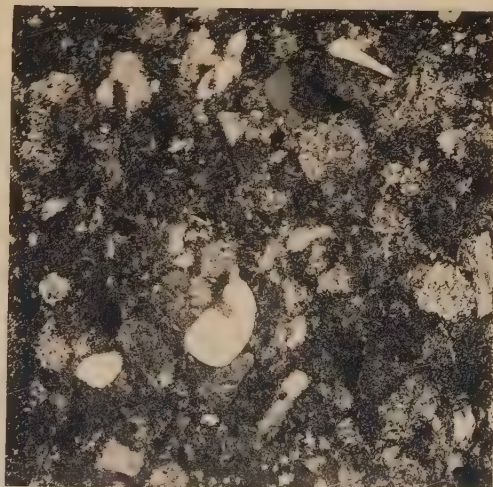
3



4



5



6

PLANCHE II

PLANCHE II

FIGURE 1. — *Rhyolite litée passant à la microgranulite et contenant des globules de micropegmatite très fine, isolée ou en amas remplissant des lithophyses.*

La photographie montre, en bas et à gauche, la pâte fine et, à droite, des globules de micropegmatite. Il existe dans la même préparation des quartz corrodés typiques.

Lumière polarisée — $\times 38$.

Provenance : Na Pa, feuille de Moncay (Echantillon P. 710 A).

FIGURE 2. — *Micropegmatite passant à la rhyolite à quartz globulaire.*

Il y a, vers le haut de la photographie, passage à un vrai microgranite.

La préparation contient des feldspaths très corrodés.

Lumière polarisée — $\times 38$.

Provenance : Echantillon roulé par la rivière venant du Khoang Nam Chau Lanh. Pagode de Quan Tai Miou près de Ha Coi, feuille de Moncay (Echantillon P. 708).

FIGURE 3. — *Micropegmatite. La micropegmatite parfois très fine passe presque, en certains points, au quartz globulaire.*

En bas et à droite, oligoclase rongée par la micropegmatite ; la préparation contient aussi des quartz corrodés à contours ovales, des amas de quartz à allure granitique, de l'épidote.

Le feldspath associé pegmatitiquement au quartz est de l'orthose.

Lumière polarisée — $\times 38$.

Provenance : Ravin au Sud de Vuc Ta (à l'Est de Hoanh Mo), feuille de Moncay (Echantillon P. 798).

FIGURE 4. — *Micropegmatite.*

Au centre : feldspath altéré ; vers le bas et à droite : plage de quartz à allure granitique (vivement éclairée).

Lumière polarisée — $\times 16$.

Même préparation que la figure suivante.

FIGURE 5. — *Même préparation que la figure précédente.*

En haut et à gauche : quartz corrodé incomplètement visible ; en bas et à droite, quartz non corrodés à allure granitique.

La préparation contient un pyroxène et de l'ouralite, de l'épidote, un peu de serpentine ; la micropegmatite y est parfois très fine.

Lumière polarisée — $\times 38$.

Provenance : au Nord-Est du blockhaus de Van Mai, feuille de Moncay (Echantillon P. 793 E).

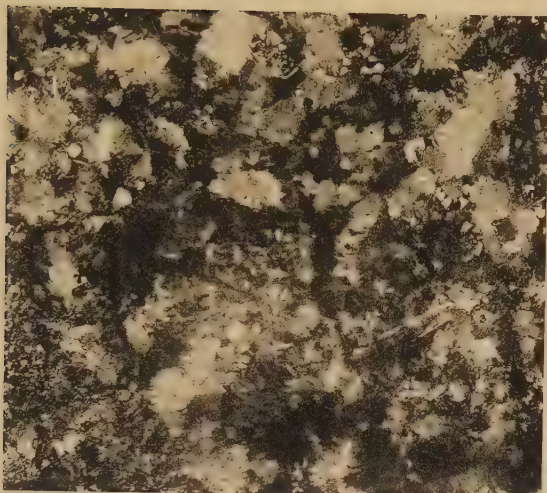
FIGURE 6. — *Micropegmatite passant au granite.*

Il y a passage au granite vers la gauche de la photographie.

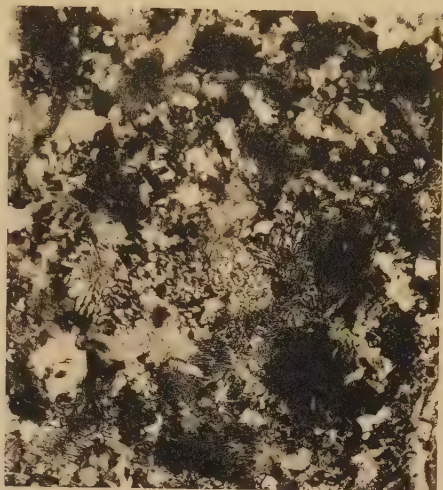
La préparation contient de l'albite, du microcline, de l'amphibole, de la biotite, une petite plage granitique, un petit quartz corrodé et arrondi.

Lumière polarisée — $\times 16$.

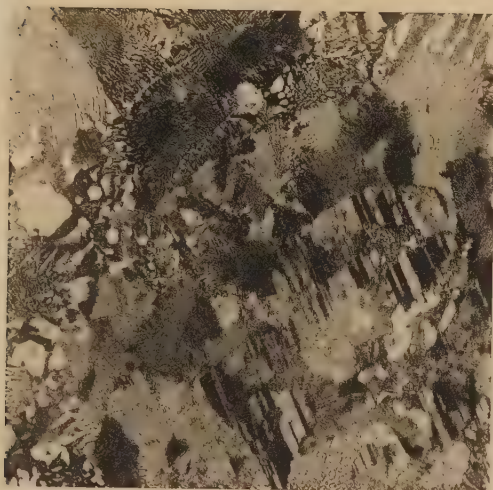
Provenance : Au Nord du blockhaus de Van Mai (entre Tien Yen et Binh Lieu), feuille de Moncay. (Echantillon P. 695).



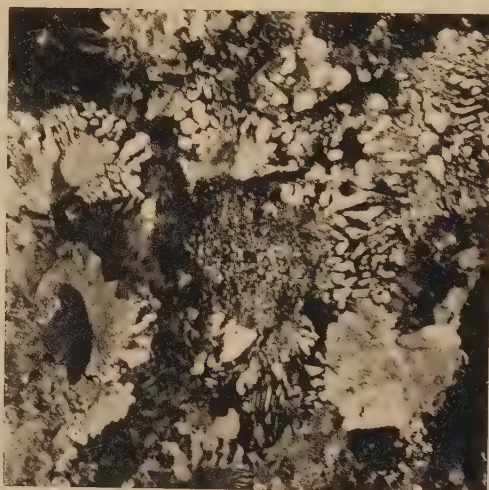
1



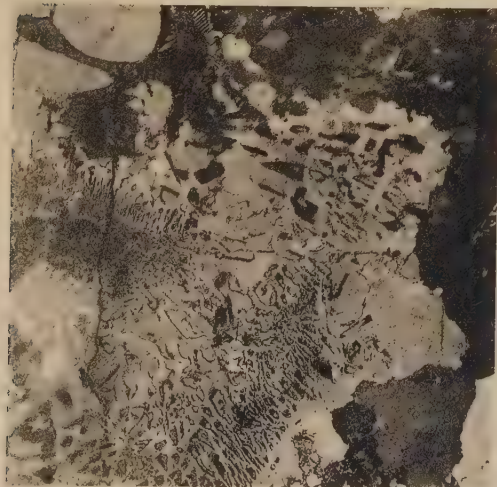
2



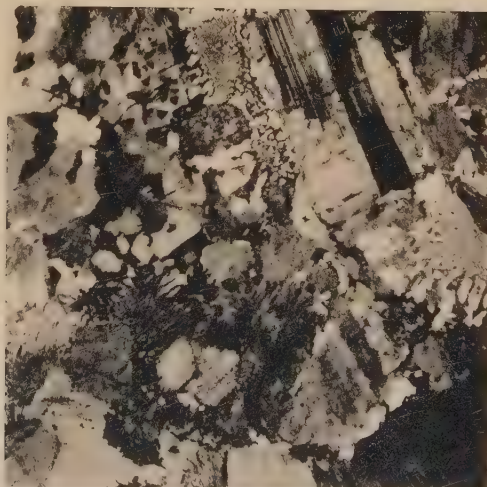
3



4



5



6

PLANCHE III

PLANCHE III

FIGURE 1. — *Andésite*.

Microclites d'andésine à extrémités plus ou moins déchiquetées et microclites d'augite possédant, en général, une forme moins nette.

A gauche, grand microclite de feldspath.

Baguettes d'ilménite.

Pâte vitreuse.

Lumière naturelle — $\times 43,8$.

Provenance : Tam Danh (village au Sud de la station de Lang Gia, feuille de Lang Son) (Echantillon P. 634 A).

FIGURE 2. — *Gabbro à olivine*.

Feldspath, pyroxène (clivé), olivine (craquelée).

Lumière naturelle — $\times 18 \frac{1}{2}$.

Provenance : Lang Co, près de Phan Mé, feuille de Tuyen Quang (Echantillon P. 528 A).

FIGURE 3. — *Gabbro à olivine*.

Feldspath (bytownite à anorthite) ; au centre : olivine ; à droite de ce cristal : augite diallagisée et maclée (bandes grises sur fond clair).

Lumière polarisée — $\times 16$.

Provenance : Lang Bao, près de Phan Mé, feuille de Tuyen Quang (Echantillon P. 528).

FIGURE 4. — *Même préparation*.

A droite : diallage schillérisé ; les inclusions sont disposées par bandes correspondant aux macles visibles sur la photographie précédente.

Au centre : olivine bordée d'un peu de biotite (teinte grise mal limitée visible en bas et à droite de ce cristal).

Lumière naturelle — $\times 18,5$.

FIGURE 5. — *Gabbro*.

Plagioclase (Labrador à 72 o/o d'An.) et diallage schillérisé.

Le labrador renferme de très fines aiguilles de rutile (la plupart invisibles sur les photographies).

Lumière polarisée — $\times 16$.

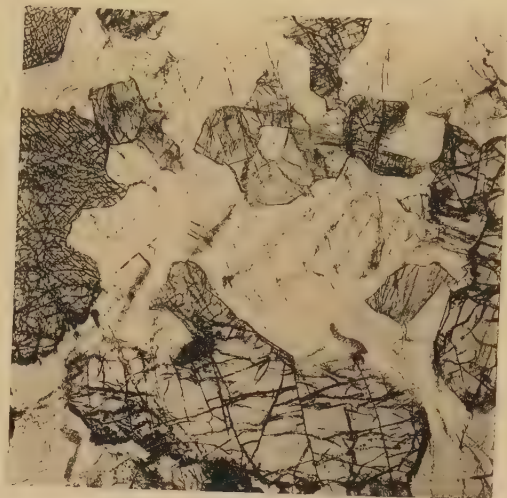
Provenance : Lang Do, feuille de Viétri (Echantillon P. 576 A).

FIGURE 6. — *Même préparation*.

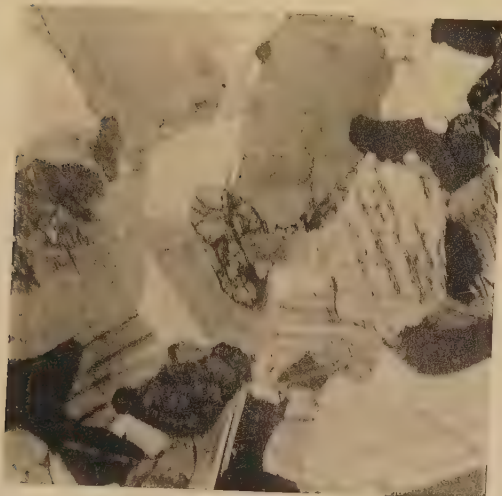
Lumière naturelle — $\times 18,5$



1



2



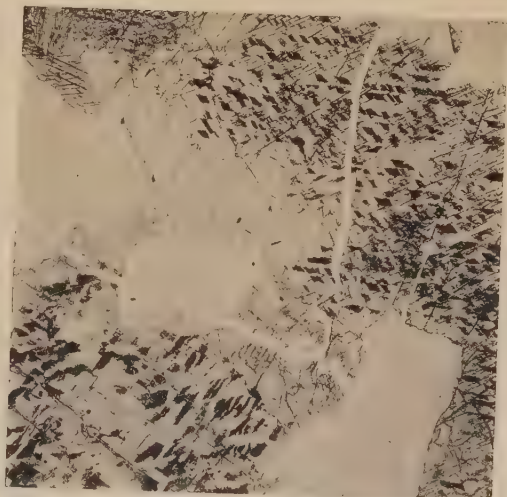
3



4



5



6

PLANCHE IV

PLANCHE IV

FIGURE 1. — *Andésite à magnétite et ilménite.*

Microlites d'andésine (extinction maximum 15°). Petits grains d'augite non discernables sur la photographie.

Ilménite groupée en grandes baguettes barbelées ; magnétite formant de fines arborescences visibles surtout dans le haut de la photographie.

Rayons dirigés vers le coin inférieur droit, formés de chlorite avec fines inclusions de magnétite.

La préparation renferme un peu de calcite et d'opale chloriteuse.

Lumière naturelle — $\times 43,8$.

Provenance : En filon dans les rochers (calcaires anthracolithiques) de Ky Lua près de Lang Son, feuille de Lang Son (Echantillon P. 663).

P. 663).

FIGURE 2. — *Cornéenne micacée ou pyroxénique suivant les lits.*

La préparation renferme deux plages juxtaposées, l'une (à gauche) correspond à une cornéenne à pyroxène, l'autre (à droite) à une cornéenne à biotite.

La magnétite forme des taches noires allongées.

Lumière naturelle — $\times 18,5$.

Provenance : Entre Van La et Dinh Son (au Sud du Pou la Com), feuille de Tuyen Quang (Echantillon P. 854).

FIGURE 3. — *Pyroxénolite. Association poecilitique de labrador et d'augite titanifère.* (Même préparation que figure 5).

Lumière naturelle — $\times 43,8$.

Provenance : Echantillon roulé recueilli à Man Son au pied du Pou Ca Tan, feuille de Tuyen Quang (Echantillon P. 740 M).

FIGURE 4. — *Cornéenne à deux micas.*

Afin de pouvoir distinguer la muscovite, la photographie a été prise en diaphragmant, abaissant le condenseur et élevant légèrement l'objectif. La biotite apparaît en gris plus ou moins foncé ; la muscovite, sous forme de sections allongées et claires.

Lumière naturelle — $\times 43,8$.

Provenance : Sur le flanc Nord du Khao Qué, Ban Luoc, feuille de Tuyen Quang (Echantillon P. 852 M).

FIGURE 5. — *Même préparation que figure 3.*

Lumière polarisée — $\times 38$.

FIGURE 6. — *Latérite ancienne des massifs anthracolithiques. (Type pisolitique).*

Au centre : ancienne pisolithe à structure concentrique, à droite et plus près du coin inférieur, grosse pisolithe en contenant de plus petites ; à côté de celle-ci : petit morceau arrondi et très clair de roche à augite (microlites) : en haut et à droite : gros morceau de la même roche.

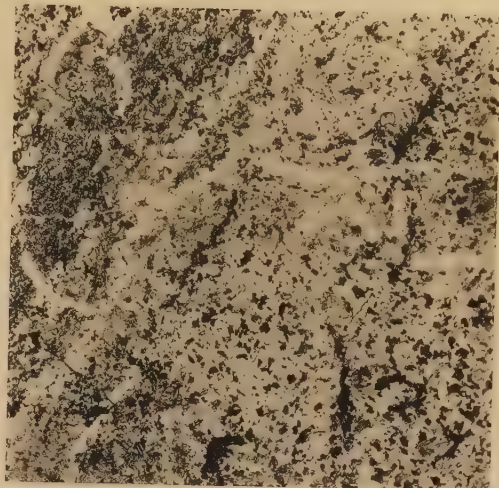
En quelques points moins altérés, la préparation renferme du diaspoire.

Lumière naturelle — $\times 18,5$.

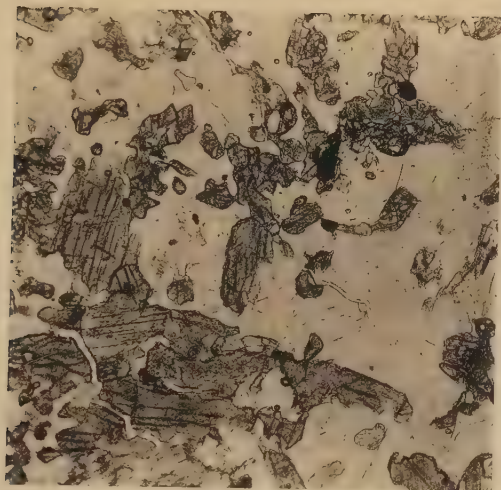
Provenance : Loung Cut, près de Van Linh, feuille de Pho Binh Gia (Echantillon P. 58).



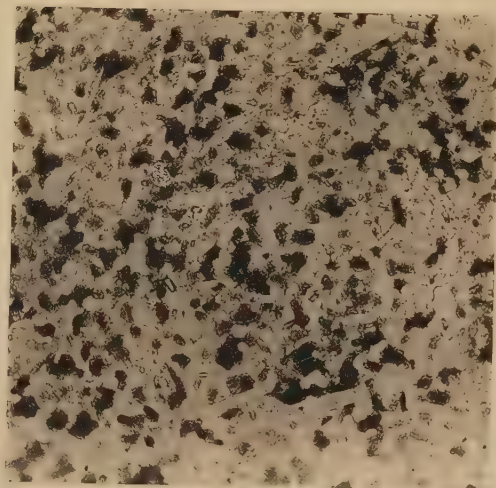
1



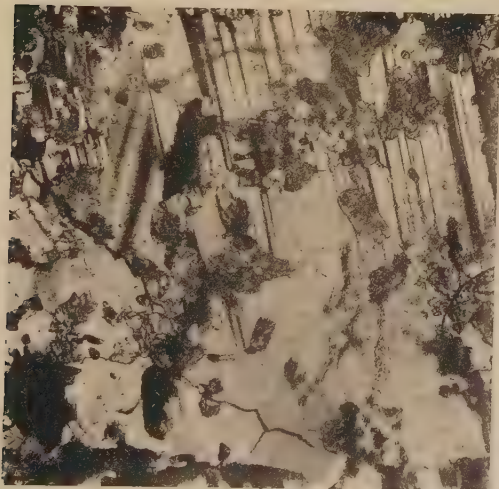
2



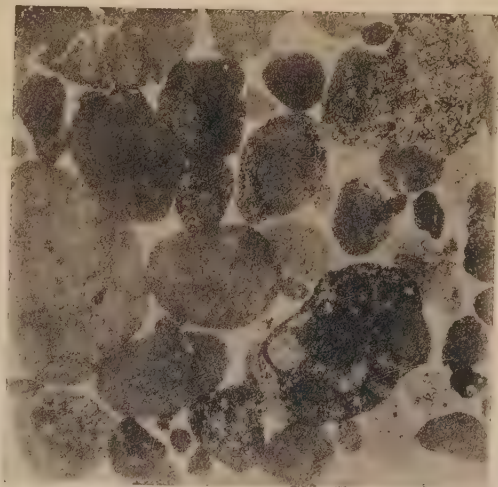
3



4



5



6

PLANCHE V

PLANCHE V

FIGURE 1. — *Latérite ancienne des massifs calcaires anthracolithiques.*

Pisolithe montrant des sections allongées de diaspore.

Lumière naturelle — $\times 43,8$.

Provenance : Na Bo (près de Tri Lé), feuille de Pho Binh Gia (Echantillon P. 231).

FIGURE 2. — *Latérite ancienne des massifs anthracolithiques.*

Filonnets de diaspore en lamelles enchevêtrées.

Lumière naturelle — $\times 43,8$.

Provenance : Na Lem, feuille de Pho Binh Gia (Echantillon P. 483).

FIGURE 3. — *La limite du Bac Son à Lung Tai, près de Lang Nac, feuille de Lang Son.*

Les calcaires sont inclinés vers le Sud-Est ainsi que le montrent les bandes différemment foncées.

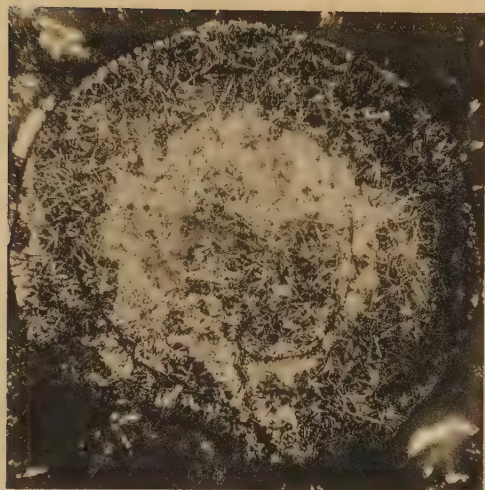
FIGURE 4. — *Bloc de brèche tectonique calcaire, contenant quelques morceaux de rhyolite.*

Près de la zone de contact des schistes triasiques et de l'Anthracolithique du Bac Son.

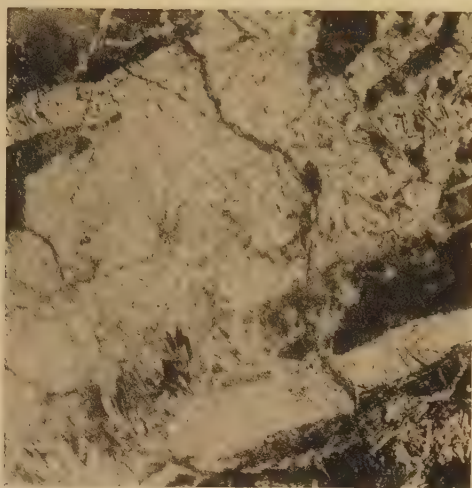
Vue prise à l'origine du ravin de No Cuom, à l'Ouest du Khao Ban Dan, feuille de Pho Binh Gia.

FIGURE 5. — *Le long de la limite orientale du Bac Son, au Sud de Phai Dem. Feuille de Pho Binh Gia.*

Récifs de calcaire anthracolithique (clairs) pointant à travers les rhyolites correspondant aux pentes gazonnées. Les surfaces couvertes d'arbres correspondent soit aux calcaires, soit aux Rhyolites.



1



2



3



4



5

PLANCHE VI

PLANCHE VI

FIGURE 1. — *Type de relief dans les rhyolites.*

En avant, collines constituées de rhyolites.

Au loin, c'est-à-dire plus au Sud, les collines du pays d'An Chau formées de terrain rouge triasique.

Photographie prise d'un col du Khau Hech (14 kilomètres au Sud de Lang Son).

FIGURE 2. — *Pli couché dans les calcaires anthracolithiques, à Ya La, près de l'extrémité Nord du Bac Son, feuille de Pho Binh Gia.*

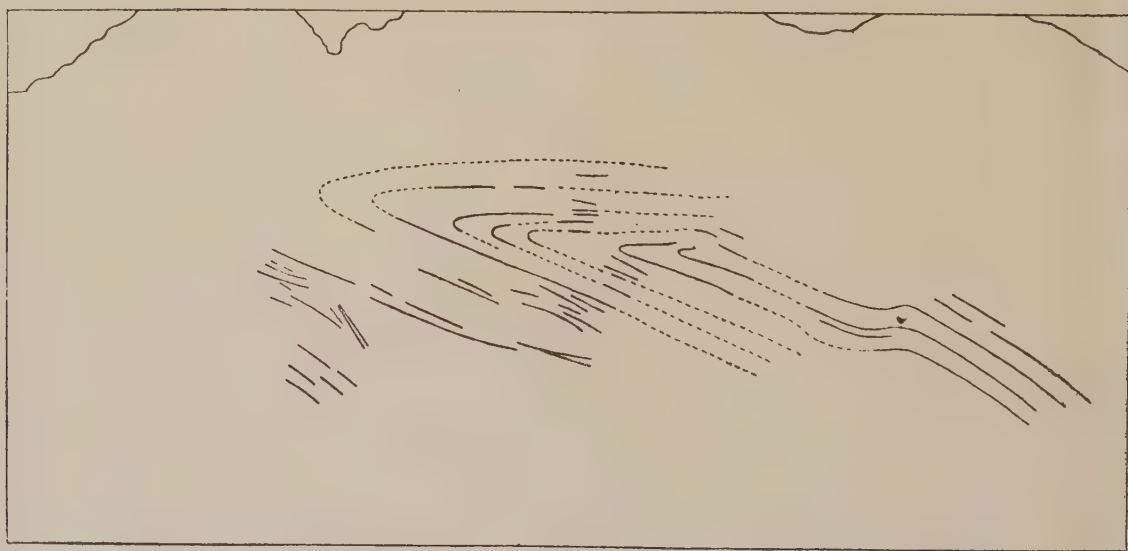


FIGURE 3. — *Type de relief dans les rhyolites.*

Montagne située à l'Est de Dong Quan.

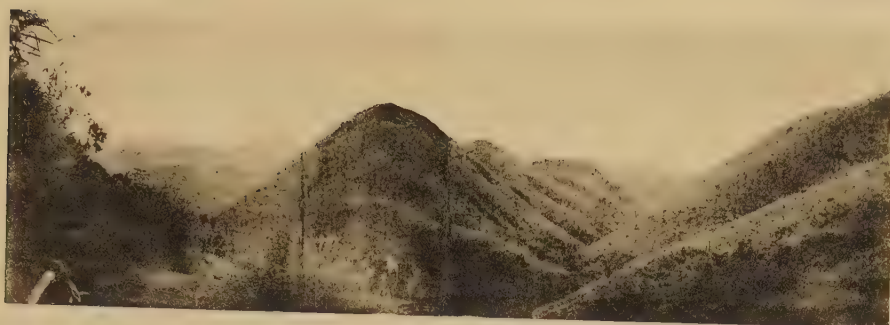
Vue prise du Sud-Est, d'un point situé entre Khon Rien et Na Ban, feuille de Lang Son.

FIGURE 4. — *Bloc de calcaire anthracolithique plissé.*

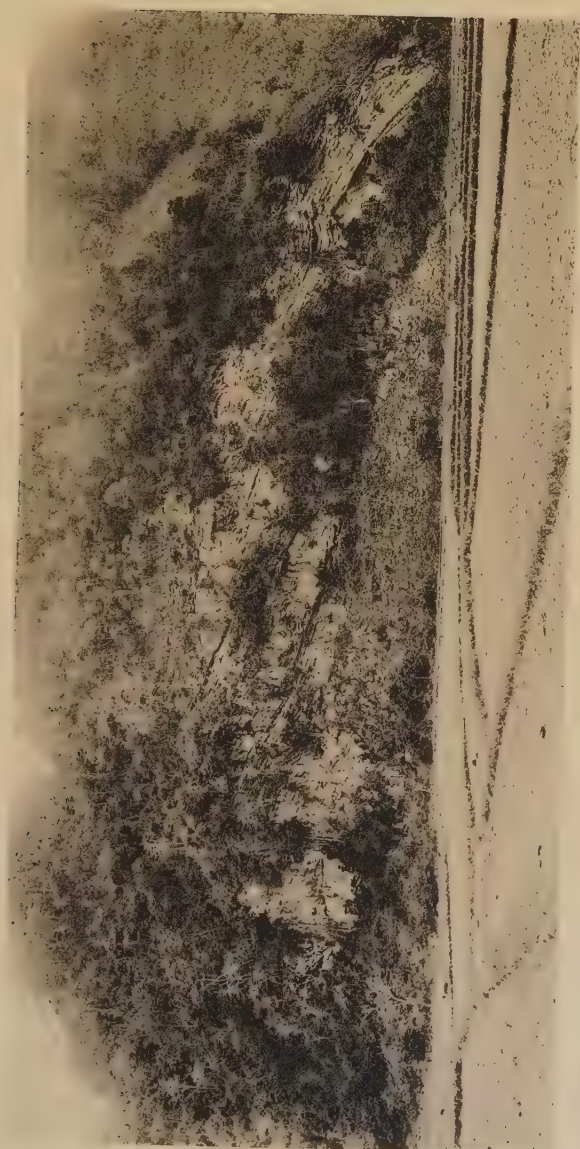
Photographie prise au pied de l'Arc de Ban Tac, à Coc Duong (limite Sud-Est de l'Arc), feuille de Pho Binh Gia.

ÉTIENNE PATTE : Études géologiques dans l'Est du Tonkin.

Planche VI



1



2



3



4

PLANCHE VII

PLANCHE VII

FIGURE 1. — *Le massif calcaire du Bac Son (arc de Dinh Ca) vu du Nord.
Feuille de Pho Binh Gia.*

Les premières crêtes boisées appartiennent au pays de Fou Coc.
Au premier plan : Coc Duong, type de village thô ; maisons sur pilotis.

FIGURE 2. — *Calcaires anthracolithiques redressés de la Passe du Diable
près de Pho Cat Ba. Feuille d'Haïphong.*

FIGURE 3. — *Débris de l'ancienne terrasse de 48 mètres.*

A 14 kilomètres au Nord-Est de Dam Ha (Feuille de Moncay) :
photographie prise de l'Ouest.

La terrasse apparaît à l'horizon, les premiers plans sont dans le
Terrain Rouge rhétien.

FIGURE 4. — *Relief dans les Poudingues triasiques de la région de Mon-
cay.*

Le Ma Thau San, entre Bac Phong Sinh et Than Poun (piste
frontière). Vue prise du Nord-Est.

Au premier plan, type de métairie chinoise avec murs couverts de
limon jaune communiquant un aspect très spécial à ces habita-
tions.

FIGURE 5. — *Les types de pays de la région de Moncay.*

Au premier plan : Alluvions, rizières.

Plus loin : côteaux dans le Terrain Rouge rhétien.

Plus loin encore : collines dans les schistes satinés.

Au dernier plan : La grande Mamelles constituée de poudingues
triasiques ; le sommet disparaît dans les nuages.

Vue prise de Dzuong Hoa, village situé à égale distance de Dam
Ha et de Chuc Phai San. Feuille de Moncay.



1



2



3



4



5

Imp. Tortellier et Cie, Arcueil (Seine)

PLANCHE VIII

PLANCHE VIII

Trois photographies de calcaires anthracolithiques redressés et très contournés.

Passe du Diable près de Pho Cat Ba.

Feuille d'Haïphong.



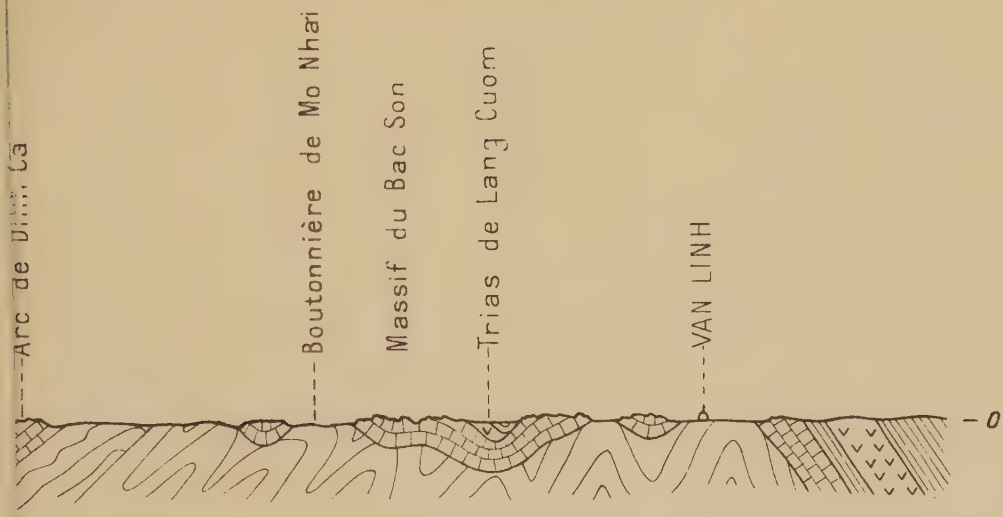
1



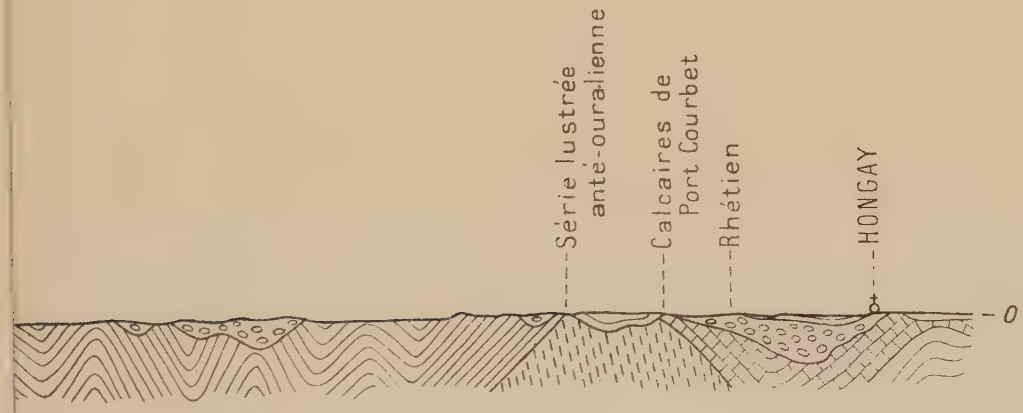
2



3



S.E. passant par Cho Chu et Van Linh
des hauteurs : 1:500.000^e



passant par Lang Nac et Hongay
des hauteurs : 1:500.000^e

DE

- | | | |
|---------|--|-------------------------------|
| Nui Rao | | Anthracolithique |
| | | Terrains anté-ouraliens |
| | | Série lustrée de Port Courbet |

CARTES

CARTE N° 1. — *L'Est du Tonkin. Feuille Nord-Ouest au 1/200.000* (1).

Le Permien supérieur constitué par des lydiennes à *Productus* et des schistes durs, étant impossible à séparer du Trias inférieur, peut se trouver représenté par la couleur du Trias ; mais les calcaires ouraliens et permien sont sûrement représentés par la teinte de l'Anthracolithique.

Les marbres de Cho Chu sont arbitrairement indiqués comme anthracolithiques, cette attribution est, avons-nous vu, des plus incertaine.

Il a été impossible de délimiter les Schistes à Ptéropodes de Ban Tinh, considérés comme autochtones ; ils sont représentés par la même teinte que la nappe du Nui Rao.

Nous avons utilisé des renseignements provenant de M. Cournillon ou aimablement communiqués par M. Bourret, pour établir la partie de la feuille située au Nord du Song Ky Cong entre Lang Son et Diem Her.

Nous avons utilisé également des renseignements rapportés par M. le Commandant Dussault, pour compléter les résultats de nos recherches dans la partie Nord du Tam Dao et les environs de Quang Nap.

CARTE N° 2. — *L'Est du Tonkin. Feuille Sud-Est au 1/200.000* (2).

La teinte adoptée pour représenter la série lustrée anté-ouraliennne du Port-Courbet a été utilisée pour indiquer les schistes satinés non datés de l'Arc de Moncay.

CARTE N° 3. — *L'Est du Tonkin. Feuille au 1/500.000.*

(1) Cette carte représente exactement l'assemblage des feuilles au 1/100.000 suivante : Tuyen Quang et Viet Tri (demi-feuilles Est), Pho Binh Gia et Bac Ninh, Lang Son et An Chau (demi-feuilles Ouest).

(2) Feuille au 1/100.000 : An Chau, Haiphong, Ba Xa (hors du cadre), Moncay et Kébao.

